



UNIVERSIDAD
TECNOLÓGICA
DEL PERÚ

Facultad de Ingeniería Industrial y Mecánica

Carrera Profesional de Ingeniería Marítima

Informe de Suficiencia Profesional para optar por el
Título Profesional de Ingeniero Marítimo

“PROYECTO PROFESIONAL DE EMBARCO A
BORDO DE LOS BUQUES PATRICIA, PATAGONIA Y
PATNOS, DE LA COMPAÑÍA HARREN AND
PARTNER”

Bachiller:
YOSIMAR JORGE HERNANDEZ MOSQUERA

Lima – Perú
2018

DEDICATORIA

A mis padres por todo su apoyo.

AGRADECIMIENTO

A todos los docentes que han contribuido en mi formación académica, a la naviera por darme la oportunidad de realizar mis prácticas en sus buques y a todas las personas que compartieron sus conocimientos durante mi etapa pre profesional.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	I
CAPÍTULO 1	1
DESCRIPCIÓN DE LA NAVIERA Y LOS BUQUES.....	1
1.1 Descripción de la naviera	1
1.2 Descripción de los buques	1
1.2.1 MT Patricia	2
1.2.2 MT Patagonia.....	4
1.2.3 MT Patnos	5
1.2.4 Propulsión y equipos auxiliares	7
CAPÍTULO 2	10
ORGANIZACIÓN DEL BUQUE Y FAMILIARIZACIÓN	10
2.1 Organización.....	10
2.1.1 Organización del departamento de ingeniería	11
2.1.2 Responsabilidades según rangos	12
2.2 Familiarización con el buque	15
2.2.1 Familiarización de seguridad	15
2.2.2 Zafarranchos	16
2.2.3 Familiarización con mis funciones.....	18
CAPÍTULO 3.....	19
FAMILIARIZACIÓN EN SALA DE MÁQUINAS, OPERACIONES Y GUARDIAS.....	19
3.1 Familiarización con los equipos	19
3.1.1 Máquina Principal.....	19
3.1.2 Grupos electrógenos.....	22
3.1.3 Purificadores	24
3.1.4 Compresores.....	26
3.1.5 Calderas	27
3.1.6 Caja Reductora	30
3.1.7 Unidad de C.P.P	31
3.1.8 Servomotor.....	31
3.1.9 Booster Unit.....	32
3.1.10 Bombas para el sistema Low Temperature.....	33
3.1.11 Módulo de Enfriamiento de toberas.....	34
3.1.12 Evaporadora.....	34
3.1.13 Power Packs y Bombas <i>FRAMO</i>	35

3.1.14 Incinerador	36
3.1.15 Bombas de descarga de lodos, aguas grises y sentina.....	36
3.1.16 Separador de aguas oleosas.....	37
3.1.17 Consola de control de máquinas	38
3.2 Familiarización con los sistemas.....	39
3.2.1 Sistema de combustible.....	39
3.2.2 Sistema de enfriamiento	42
3.2.3 Sistema de aceite lubricante.....	44
3.2.4 Sistema de agua de mar.....	45
3.3 Guardias.....	46
3.3.1 Horario de trabajo	46
3.3.2 Organización de las guardias	48
3.3.3 Cumplimiento de las horas mínimas de descanso.....	50
3.4 Maniobras y operaciones	52
3.4.1 Preparación para zarpe	52
3.4.2 Recirculación y calentamiento de la carga.....	58
3.4.3 Preparación para arribo	60
3.4.4 Parada y puesta en stand by de la máquina principal	62
3.4.5 Preparación para carga / descarga	63
3.4.6 Operación en clima frío.....	64
3.4.7 Abastecimiento de combustible	65
3.4.8 Abastecimiento de aceite a granel	69
3.4.9 Descarga de lodos	69
3.4.10 Recepción de repuestos	70
CAPÍTULO 4.....	71
EXPERIENCIA Y TRABAJOS REALIZADOS A BORDO.....	71
4.1 Experiencia en dique	71
4.1.1 Dique de MT Patricia	71
4.1.2 Dique de MT Patagonia	72
4.2 Trabajos de mantenimiento	78
4.2.1 Máquina principal.....	79
4.2.2 Grupos electrógenos.....	88
4.2.3 Purificadores	92
4.2.4 Compresores.....	95
4.2.5 Calderas.....	97
4.2.6 Evaporadora.....	99
4.2.7 Ronda de seguridad (Safety Round)	100

4.3 Reparaciones no planeadas	103
4.3.1 Fuga en el calentador de combustible de la caldera auxiliar	103
4.3.2 Lavado de la caldera compuesta.....	104
4.3.3 Fuga en el condensador de vapor.....	105
4.3.4 Desgaste del impelente de la bomba acoplada de H.T.	106
4.3.5 Acople de la bomba de stand by roto	108
4.3.5 Tuberías picadas.....	109
4.3.6 Bomba <i>FRAMO</i> obstruida.....	110
4.3.7 Fuga de gases de escape del grupo electrógeno N° 1	110
4.3.8 Descarga de lodos cancelada	111
4.4 Preparación para inspecciones Vetting.....	112
4.5 Situaciones de emergencia a bordo.....	113
4.5.1 Black Out en la entrada al Canal de Kiel.....	113
4.5.2 Parada automática de la máquina principal	114
4.5.3 Black Out debido a reducción de velocidad de la máquina principal	115
4.5.4 Golpe de ariete en tuberías de vapor	115
4.6 Cumplimiento con nuevas regulaciones	116
4.6.1 Anexo VI del convenio MARPOL.....	116
4.6.2 Enmiendas del S.T.C.W.....	117
4.6.3 Anexo I del convenio MARPOL	118
CAPÍTULO 5.....	121
LIDERAZGO Y TRABAJO EN EQUIPO	121
5.1 Definición de liderazgo	121
5.1.1 Liderazgo visionario	121
5.1.2 Liderazgo capacitante.....	122
5.1.3 Liderazgo democrático.....	122
5.1.4 Liderazgo afiliativo	122
5.1.5 Liderazgo ejemplarizante.....	123
5.1.6 Liderazgo coercitivo	123
5.2 Nacionalidades a bordo.....	123
5.2.1 El idioma de la tripulación	124
5.3 Tiempo libre a bordo.....	125
5.4 Interrelación entre la tripulación	126
5.4.1 Interrelación entre oficiales y tripulantes	126
5.4.2 Interrelación entre oficiales de cubierta e ingenieros.....	127
CONCLUSIONES.....	128
ANEXOS	129

ANEXO 1	130
ANEXO 2	131
ANEXO 3	133
GLOSARIO	135
BIBLIOGRAFÍA.....	141

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 MT Patricia.....	2
Figura 2 MT Patagonia.	4
Figura 3 MT Patnos.....	6
Figura 4 Máquina principal de MT Patnos.	9
Figura 5 Puesta a flote del bote salvavidas durante zafarrancho	17
Figura 6 Vista transversal de la máquina principal.	20
Figura 7 Accesorios y equipos de la máquina principal.	22
Figura 8 Grupo electrógeno N°1.	23
Figura 9 Esquema del control de la planta generadora de Kongsberg.....	24
Figura 10 Purificadores.	25
Figura 11 Componentes del sistema de aire comprimido.	26
Figura 12 Compresor de aire de servicio.	27
Figura 13 Esquema de la caldera auxiliar.....	28
Figura 14 Esquema de la caldera compuesta.....	29
Figura 15 Caja Reductora.	30
Figura 16 C.P.P.	31
Figura 17 Servomotor.	32
Figura 18 Booster Unit.....	33
Figura 19 Bombas del sistema L.T.	33
Figura 20 Módulo de enfriamiento de toberas.....	34
Figura 21 Evaporadora del tipo placas.....	35
Figura 22 Power packs y bomba FRAMO.	35
Figura 23 Incinerador y tanque de residuos oleosos.....	36
Figura 24 Bombas de descarga de lodos, aguas grises y sentina.	37
Figura 25 Separador de aguas oleosas.	38
Figura 26 Consola de control de máquinas.	39
Figura 27 Sistema de transferencia de combustible.	40
Figura 28 Sistema de servicio de combustible.....	42
Figura 29 Sistema de enfriamiento H.T.....	43
Figura 30 Reemplazo de un box cooler en dique.	44
Figura 31 Sistema de lubricación de la máquina principal.	45
Figura 32 Sistema de agua de mar.....	46
Figura 33 Horario de trabajo.....	47
Figura 34 Panel de Extensión de alarma activado durante U.M.S.....	49
Figura 35 Entradas hechas en la bitácora de máquinas.....	49
Figura 36 MT Patnos durante su tránsito por el canal de Kiel.	50
Figura 37 Ejemplo del sistema Seamanager.....	51
Figura 38 MT Patnos durante maniobra de atraque en Riga, Letonia.	52

Figura 39 Dispositivos para el arranque y control de la máquina principal.	55
Figura 40 Componentes de la caldera auxiliar.	59
Figura 41 Interior del Deck Trunck.	64
Figura 42 Box cooler removido durante dique.	65
Figura 43 Resultados del análisis de combustible.	68
Figura 44 Repuesto de bomba de agua de la caldera.	70
Figura 45 MT Patagonia en dique.	73
Figura 46 Intercambiador de calor dañado.	74
Figura 47 Overhaul en la máquina principal y grupos electrógenos.	75
Figura 48 Inspección y limpieza de los áreas de box cooler.	76
Figura 49 Pulido de la hélice.	77
Figura 50 Trabajo de pintura concluido.	78
Figura 51 Cambio de bomba de inyección.	80
Figura 52 Banco de pruebas de inyectores.	81
Figura 53 Lavado de la turbina.	83
Figura 54 Sistema de lavado del turbo-compresor.	83
Figura 55 Presión dentro de la cámara de combustión.	85
Figura 56 Tornillo tensor de la bomba de inyección.	86
Figura 57 Inspección de las luces en las válvulas.	90
Figura 58 Trabajos en los grupos electrógenos.	91
Figura 59 Cambio de los o-rings del bowl.	94
Figura 60 Bomba de alimentación del purificador.	95
Figura 61 Overhaul del compresor de aire de arranque.	97
Figura 62 Quemadores de las calderas.	98
Figura 63 Fuga del calentador de combustible de la caldera.	104
Figura 64 Taponeo del condensador de vapor.	106
Figura 65 Impelente gastado.	108
Figura 66 Repuesto de la bomba acoplada de H.T.	109
Figura 67 Brida de la tubería de gases de escape.	111
Figura 68 Gobernador de la máquina principal.	115
Figura 69 Límite de azufre en el combustible a través de los últimos años.	117
Figura 70 Resultado final de la implementación.	119
Figura 71 Cambios en el sistema de agua de sentinas.	120
Figura 72 Equivalencia de notaciones de clase hielo.	134

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Responsabilidades durante emergencias.	16
Tabla 2 Capacidad de los tanques de combustible.	41
Tabla 3 Responsabilidades de guardia.	48
Tabla 4 Análisis del agua de enfriamiento.	87
Tabla 5 Notaciones de clase y su significado.	131
Tabla 6 Categorías y clases hielo.	133
Tabla 7 Equivalencia con reglas Finés-Suecas.	134

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1 Organigrama del buque.....	10
Gráfica 2 Organigrama del departamento de ingeniería	11
Gráfica 3 Proceso de preparación y arranque de la máquina principal.	53
Gráfica 4 Puesta en marcha de la evaporadora.....	57
Gráfica 5 Requerimientos para parar los power packs.	61
Gráfica 6 Requerimientos para carga / descarga.....	63
Gráfica 7 Nacionalidades a bordo.....	124

INTRODUCCIÓN

Para optar por el título de oficial de máquinas se exige haber realizado prácticas a bordo de buques mercantes por un periodo no menor a 12 meses, este periodo de prácticas ayuda al alumno a vincular lo aprendido en aulas con las experiencias vividas a bordo de tal forma que el alumno refuerza los conocimientos y adquiere las habilidades necesarias para desempeñarse en su profesión de forma satisfactoria cumpliendo con los reglamentos internacionales que rigen la industria marítima.

En el siguiente informe se relata las experiencias adquiridas durante mi periodo de prácticas pre profesionales a bordo de tres de los buques de la compañía Harren & Partner, navegando un total de 17 meses.

En el capítulo 1 se describen detalles sobre la naviera y las características de los buques en los que navegué así como la maquinaria con la que se cuenta a bordo.

En el capítulo 2 se describe la organización encontrada a bordo, mi periodo de familiarización concerniente a temas de seguridad y las funciones que cumplí en cada uno de ellos.

En el capítulo 3 se describe las características de las máquinas, equipos y sistemas más importantes, las guardias en sala de máquinas, la operación de los equipos y los

procedimientos a seguir durante las maniobras como cruce de canal, atraque y desatraque, entre otros.

En el capítulo 4 se relata las experiencias adquiridas al momento de dar mantenimiento a los equipos, en dique seco, y otras presentadas durante mi embarque.

En el capítulo 5 se habla sobre el liderazgo, los distintos tipos que existen y cómo estos tipos se pueden encontrar a bordo, luego menciono algunos puntos sobre la convivencia que experimenté estando en estos buques. Por último se realiza una conclusión del informe en razón del valor e importancia que tuvo esta experiencia para mi vida profesional.

CAPÍTULO 1

DESCRIPCIÓN DE LA NAVIERA Y LOS BUQUES.

1.1 Descripción de la naviera

Harren & Partner es una compañía con más de 25 años en operación, logró expandirse en ciudades estratégicas alrededor del mundo con su sede principal ubicada en Bremen, Alemania; comenzó en el año 1989 con un solo buque, de carga general, llegando en la actualidad a los más de 70, entre graneleros, containeros, tanqueros, de carga especial (Heavy Lifter), y otros. Estos buques operan por todo el globo, brindando un servicio de transporte seguro, eficiente e innovador con un bajo impacto en el medio ambiente, según los ideales de la compañía. Además de operar sus propios buques *Harren & Partner* también presta servicios como armador de buques de diferente propietario. (Harren & Partner, 2017)

1.2 Descripción de los buques

Harren & Partner dentro de su flota cuenta con 12 buques tanqueros, de los cuales ocho son buques de igual diseño, en cuanto a capacidad, tamaño y equipamiento, construidos en astilleros de Shanghai, China, entre los años 2004 y 2009 (Harren & Partner, 2017). Estos son buques doble casco diseñados para el transporte de químicos y productos de petróleo, poseen doce tanques, seis a babor y seis a estribor, para el almacenamiento de carga, cada uno con su propia bomba sumergida de descarga, además de tanques de lastre y tanques slop. Están diseñados para navegación en hielo, con notación de clase

DNV GL Ice(1A), la cual es equivalente a la Clase IA para las reglas finés – suecas; ver anexos 2 y 3.

Hasta alrededor del año 2012, eran fletados a casco desnudo a otras compañías, las cuales las operaban. A partir de este año, 2012, la compañía *Harren & Partner* pasa a ser el armador, siendo fleteados y operados comercialmente por la compañía sueca *Broström*, en un contrato de fletamento por tiempo. De los ocho buques tanqueros, algunos se usan para transportar productos poco refinados de petróleo, conocidos como buques de carga negra, mientras que los otros suelen transportar productos más refinados, a estos se les llama buques de carga blanca. A continuación realizo una presentación más detallada de cada buque en el que navegué:

1.2.1 MT Patricia

Operado por *Maerks* hasta el año 2012 con el nombre de *MAERKS NAANTALI*, año en que *Harren & Partner* pasó a ser el armador y lo rebautizó con el nombre de *PATRICIA*. Este barco transporta carga negra. Embarqué en este buque el ocho de octubre del año 2015, en el puerto de Rotterdam, Países Bajos, luego de zarpar de puerto el buque entró a dique para mantenimiento general, estuve en este barco por un periodo de 4 meses y 14 días, desembarcando el veinte y dos de febrero del año 2016 en Porvoo, Finlandia.



Figura 1 MT Patricia.

Fuente: tomada de la página de Facebook de H&P.

Datos generales de MT Patricia:

- Número O.M.I.: 9312078
- Call Sign: 9HNM9
- Puerto de registro / Bandera: Valletta / Malta
- Construcción: Shanghái, Octubre 2005
- Armador: *Harren & Partner Schiffahrts GmbH Co. KG*
- Operador comercial: *Broström Tankers K/S*
- Sociedad Clasificadora: *Det Norske Veritas Germanischer Lloyd*
- Clase O.M.I.: II + III
- Notación de clase: ⚡1A1 Tanquero para químicos y productos de petróleo E0 ESP
ETC ICE(1A) NAUT(OC) TMON VCS(2)

Dimensiones:

- Eslora total: 144.168 m
- Manga: 23.00 m
- Puntal: 12.40 m
- Calado de verano: 8.90 m
- Arqueo bruto: 11 935
- Arqueo neto: 9 695
- Peso muerto: 16 714 T

Tanques de carga:

- Capacidad: 18 868.10 m³ entre 12 tanques
- Revestimiento: Epoxi fenólico

Tanques de lastre:

- Capacidad: 7 542.84 m³ entre 12 tanques

1.2.2 MT Patagonia

También operado por la naviera danesa *Maersk* con el nombre de *MAERSK NAIRN* hasta el año 2013, luego de este año pasó a ser operado por *Harren & Partner*, fue rebautizado con el nombre de *PATAGONIA* y actualmente transporta carga negra en sus tanques. Fue mi segunda embarcación, llegando a bordo el primero de abril del año 2016, en el puerto de Rotterdam, Países Bajos, al igual que en Patricia, después de zarpar de puerto el buque fue a dique para mantenimiento general, quedándose en dique durante aproximadamente dos semanas, desembarqué el trece de octubre del 2016, luego de seis meses y doce días a bordo.



Figura 2 MT Patagonia.
Fuente: tomada de la página de Facebook de H&P.

Datos generales de MT Patagonia:

- Número O.M.I.: 9312080
- Call Sign: 9HNL9
- Puerto de registro / Bandera: Valletta / Malta
- Construcción: Shanghái, Abril 2006
- Armador: *Harren & Partner Schiffahrts GmbH Co. KG*
- Operador comercial: *Broström Tankers K/S*
- Sociedad Clasificadora: *Det Norske Veritas Germanischer Lloyd*
- Clase O.M.I.: II + III

- Notación de clase: ✱1A1 Tanquero para químicos y productos de petróleo E0 ESP ETC ICE(1A) NAUT(OC) TMON VCS(2)

Dimensiones:

- Eslora total: 144.168 m
- Manga: 23.00 m
- Puntal: 12.40 m
- Calado de verano: 8.90 m
- Arqueo bruto: 11 935
- Arqueo neto: 9 695
- Peso muerto: 16 714 T

Tanques de carga:

- Capacidad: 18 868.10 m³ entre 12 tanques
- Revestimiento: Epoxi fenólico

Tanques de lastre:

- Capacidad: 7 542.84 m³ entre 12 tanques

1.2.3 **MT Patnos**

Este buque fue operado por la compañía *Marida Tankers Inc.* hasta el año 2011, con el nombre de *MARIDA PATNOS*, actualmente es operado por *Harren & Partner* y fue rebautizado con el nombre de *PATNOS*. Este buque es usado para el transporte de carga negra y entró a dique en octubre del año 2016. Embarqué el día cuatro de diciembre del 2016, en el puerto de Gotemburgo, Suecia, pasé seis meses y un día en esta nave, desembarcando el cinco de junio del 2017 en el puerto de Rotterdam, Países Bajos.



Figura 3 MT Patnos
Fuente: www.marinetraffic.com

Datos generales de MT Patricia:

- Número O.M.I.: 9365489
- Call Sign: 9HOH9
- Puerto de registro / Bandera: Valletta / Malta
- Construcción: Shanghái, Noviembre 2006
- Armador: *Harren & Partner Schiffahrts GmbH Co. KG*
- Operador comercial: *Broström Tankers K/S*
- Sociedad Clasificadora: *Det Norske Veritas Germanischer Lloyd*
- Clase O.M.I.: II + III
- Notación de clase: ⚡1A1 Tanquero para químicos y productos de petróleo E0 ESP
ETC ICE(1A) NAUT(OC) TMON VCS(2)

Dimensiones:

- Eslora total: 144.168 m
- Manga: 23.00 m
- Puntal: 12.40 m
- Calado de verano: 8.90 m
- Arqueo bruto: 11 935
- Arqueo neto: 9 695

- Peso muerto: 16 714 T

Tanques de carga:

- Capacidad: 18 868.10 m³ entre 12 tanques
- Revestimiento: Epoxi fenólico

Tanques de lastre:

- Capacidad: 7 542.84 m³ entre 12 tanques

1.2.4 Propulsión y equipos auxiliares

Como se ha mencionado líneas arriba, los buques tienen el mismo diseño, el mismo sistema de propulsión y equipos auxiliares, en cualquiera de estas naves se puede encontrar equipos del mismo fabricante y mismo modelo. Esta característica de la flota ayuda a tener una familiarización más rápida con otros buques de la flota. Se detalla a continuación características generales:

Máquina principal:

- Fabricante: *MAN B&W*
- Modelo: 6L48/60B
- Número de cilindros: 6
- Diámetro del pistón: 480 mm
- Carrera del pistón: 600 mm
- Potencia máxima: 6300 Kw a 500 RPM
- Tipo de combustible: H.F.O. y D.O.
- Viscosidad máxima: 700 cSt a 50°C
- Consumo promedio: 20 T por día

Grupos electrógenos:

- Fabricante del motor: *Wärtsilä*
- Fabricante del alternador: *AvK*

- Potencia máxima: (2x) 680 Kw y (1x) 980 Kw
- Tipo de combustible: H.F.O. y D.O.
- Viscosidad máxima: 380 cSt a 50°C
- Red eléctrica: 440 V a 60 Hz

Generador de cola:

- Fabricante: *AvK*
- Potencia producida: 1500 Kw a 1200 RPM
- Red eléctrica: 440 V a 60 Hz.

Caldera auxiliar:

- Fabricante: *Aalborg Industries*
- Tipo: quemador, acuotubular
- Presión de trabajo: 8.00 bar
- Producción: 12 000 kg/h
- Tipo de combustible: H.F.O. y D.O.
- Viscosidad máxima: 380 cSt a 50°C

Caldera compuesta:

- Fabricante: *Aalborg Industries*
- Tipo: gases de escape y quemador; pirotubular
- Presión de trabajo: 8.00 bar
- Producción: 1 500 kg/h (gases de escape) + 1 500 kg/h (quemador)
- Tipo de combustible: H.F.O. y D.O.
- Viscosidad máxima: 380 cSt a 50°C.



*Figura 4 Máquina principal de MT Patnos.
Fuente propia.*

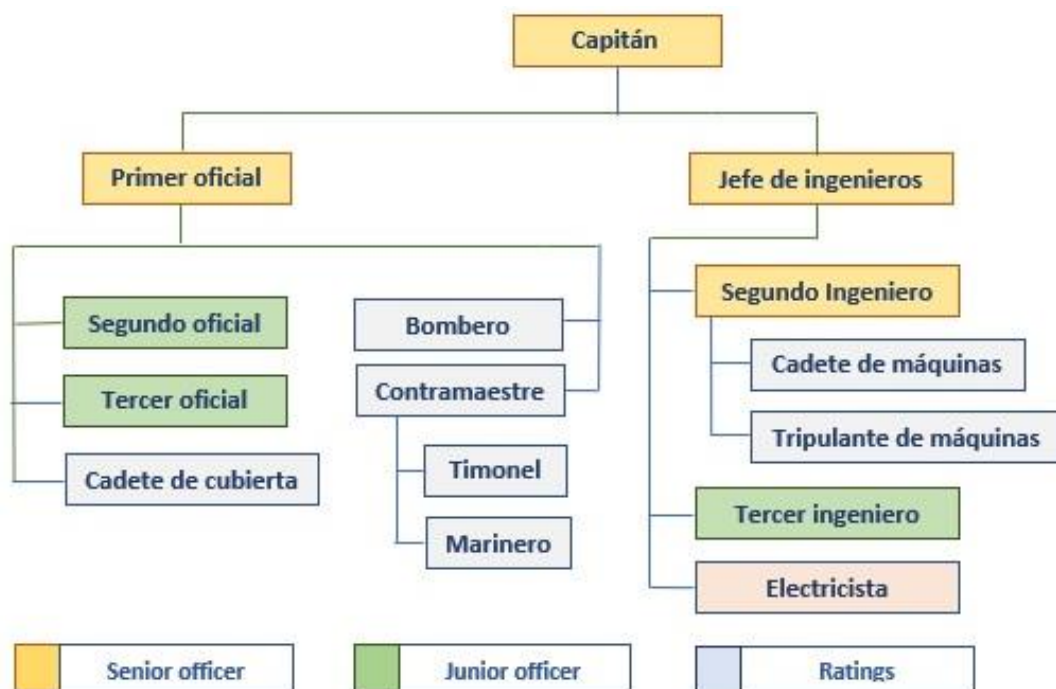
En estos tres buques, Patricia, Patagonia y Patnos, hice un total de 17 meses de prácticas profesionales, en donde obtuve experiencias que iré detallando a lo largo de este informe.

CAPÍTULO 2

ORGANIZACIÓN DEL BUQUE Y FAMILIARIZACIÓN

2.1 Organización

Los buques tanqueros de la compañía llevan una tripulación de 18 personas en total, entre oficiales y tripulantes, y adicionalmente pueden albergar a dos visitantes, la organización a bordo es la siguiente:

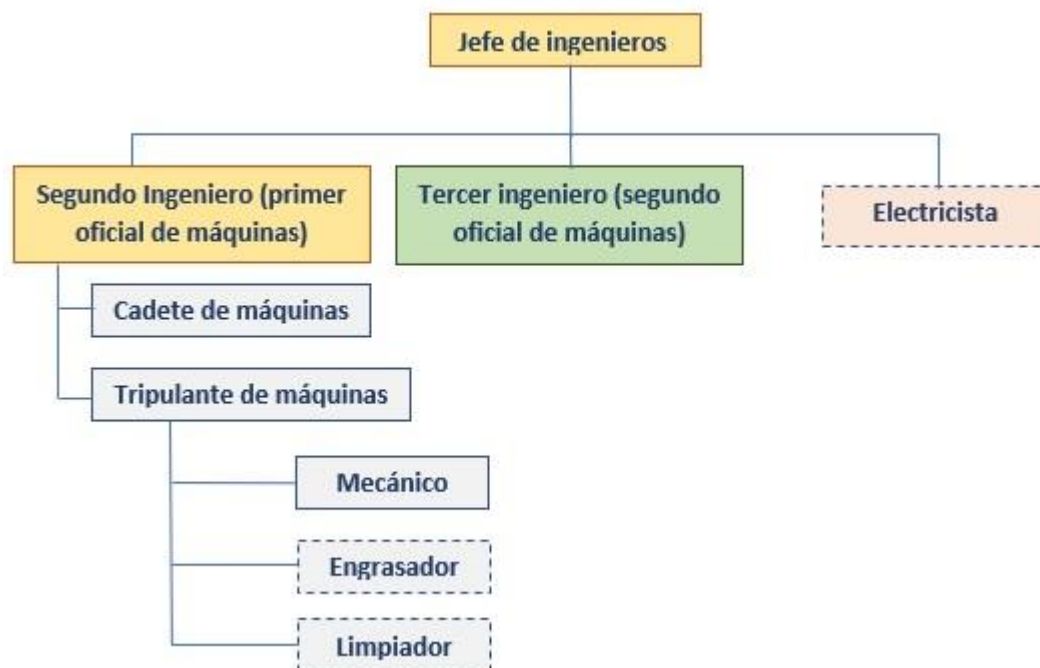


Gráfica 1 Organigrama del buque.
Elaboración propia, fuente: Manual ISM de H&P.

El capitán, además de ser la máxima autoridad del buque, se encarga de administrarlo y asegurar que todas las operaciones se realicen en conformidad con las políticas de la compañía y normas internacionales. El jefe de ingenieros y el primer oficial de cubierta reportan directamente a él, siendo el nexo entre el buque y los departamentos de la compañía.

El capitán, el primer oficial de cubierta, el jefe de ingenieros y el segundo ingeniero (primer oficial de máquinas) son considerados Senior Officers (oficiales de nivel gestión), mientras que el segundo oficial de cubierta, el tercer oficial de cubierta, y el tercer ingeniero se consideran Junior Officers (oficiales de nivel operacional). Estos buques no tienen un electricista permanente a bordo, cada cierto tiempo la oficina envía a uno para realizar todos los trabajos eléctricos que demanden una especialización. El resto de la tripulación son considerados tripulantes, incluyendo a los cadetes. Adicionalmente a lo mostrado en el organigrama también se encuentran el cocinero y el mesero, el mesero reporta al cocinero y este directamente al capitán.

2.1.1 Organización del departamento de ingeniería



Gráfica 2 Organigrama del departamento de ingeniería
Elaboración propia, fuente: Manual ISM de H&P.

El departamento de ingeniería se encuentra formado por una tripulación permanente de cinco personas: El jefe de ingenieros, el segundo ingeniero, el tercer ingeniero, el cadete de máquinas y el mecánico, adicionalmente la compañía envía cada cierto tiempo a un electricista para realizar los trabajos eléctricos que se van acumulando y no hayan podido ser resueltos por el jefe y segundo ingenieros, este técnico se embarca por un corto periodo, de uno a dos meses, además la compañía envía a dos tripulantes de apoyo para el área de ingeniería, cuando sea necesario o cuando sea requerido por el jefe de ingenieros, sin embargo permanecen a bordo sólo por un mes.

Un punto importante respecto a la dotación del departamento de ingeniería, en esta compañía, es que en su flota no cuentan con cuarto ingeniero (tercer oficial de máquinas). El cadete, que se embarque en esta compañía, una vez cumplido su periodo de prácticas, siempre que haya sido promovido, asciende al rango de tercer ingeniero (segundo oficial de máquinas) sin antes haber pasado por el de cuarto ingeniero (tercer oficial de máquinas).

2.1.2 Responsabilidades según rangos

En el manual de Gestión de la Seguridad (Harren & Partner, 2015) se detallan las funciones y responsabilidades de los diferentes cargos, de las cuales detallo algunas de ellas.

2.1.2.1 Jefe de Ingenieros

El jefe de ingenieros es la cabeza del departamento de ingeniería, es el responsable de asegurar la operación y mantenimiento seguro y eficiente de los sistemas y equipos a bordo del buque:

- Se asegura que la tripulación del departamento de ingeniería está familiarizada con sus funciones y realiza los procedimientos de forma segura y eficiente,
- se asegura que el mantenimiento de los equipos se lleva a cabo según el P.M.S. (Planned Maintenance System),

- se asegura que el buque cuente con los repuestos necesarios para llevar a cabo el mantenimiento de los equipos y que a bordo estén disponibles los repuestos para los equipos críticos,
- se asegura que el buque tenga suficientes reservas de combustible para la travesía planeada, además diariamente realiza y manda a la oficina cálculos del consumo de combustible,
- en el caso que no haya oficial electrotécnico a bordo él; junto con el segundo ingeniero; se encarga de realizar los trabajos eléctricos a bordo,
- instruye a los oficiales junior y cadetes con sus respectivas funciones,
- se asegura que la información introducida en el Oil Record Book sea precisa y actualizada, él es el único que puede introducir información en este record book.

2.1.2.2 Segundo Ingeniero

- El segundo ingeniero planea y ejecuta todos los trabajos de mantenimiento en cooperación con el jefe de ingenieros,
- prepara y mantiene todos los diarios de a bordo durante su guardia,
- supervisa que los trabajos realizados a bordo son llevados a cabo según el estándar de la compañía y de forma segura,
- coopera con el oficial electrotécnico cuando este se encuentra a bordo, y en caso de que no haya oficial electrotécnico a bordo comparte los trabajos eléctricos con el jefe de ingenieros,
- pide los repuestos necesarios para llevar acabo el mantenimiento de equipos en cooperación con el jefe de ingenieros,
- él es el responsable de expedir Permisos de trabajo relacionados a sala de máquinas, y que estos se llevan a cabo según los procedimientos que la compañía ha dispuesto.

2.1.2.3 Tercer Ingeniero

- El tercer ingeniero se encarga de monitorear los tanques de servicio de combustible y que estos tengan suficiente combustible para las operaciones necesarias,
- prepara y mantiene los diarios de a bordo durante su guardia,
- se encarga del mantenimiento y correcto funcionamiento de los equipos y dispositivos de seguridad,
- instruye al cadete de máquinas en sus funciones futuras.

2.1.2.4 Cadete de máquinas

- Se encarga de llevar a cabo el programa de entrenamiento establecido según los reglamentos de su institución y autoridad marítima,
- familiarizarse con las políticas de la compañía, así como con sus futuras funciones, los equipos y sistemas a bordo del buque,
- asiste al ingeniero de guardia según le sea instruido.

2.1.2.5 Oficial Electrotécnico

- Una vez a bordo se encarga de planear y ejecutar los trabajos en equipos eléctricos en coordinación con el jefe de ingenieros,
- se familiariza con las políticas de la compañía y procedimientos,
- comparte los trabajos eléctricos con el segundo ingeniero,
- el oficial electrotécnico no realiza guardia en sala de máquinas ni asiste durante las maniobras.

2.1.2.6 Tripulante de máquinas

- El tripulante de máquinas asiste a los ingenieros en el mantenimiento y reparación de equipos, limpieza y guardias, según sea requerido,
- reporta daños e irregularidades al segundo ingeniero y jefe de ingenieros,
- se asegura de estar familiarizado con las políticas de la compañía y procedimientos establecidos por esta.

2.2 Familiarización con el buque

El Convenio para la Formación, Titulación y Guardias de la gente de mar (Organización Marítima Internacional, 2010) establece que todo miembro de la tripulación debe haber recibido una instrucción de familiarización en los aspectos relacionados con la seguridad, protección y funciones a bordo, durante los primeros días de embarque del oficial o tripulante.

Para cumplir con esto la compañía cuenta con un proceso de familiarización para la tripulación, además de una lista de chequeo detallando los puntos en los que se debe de familiarizar el personal recién embarcado, el tercer oficial de cubierta es el encargado de realizar la familiarización de seguridad y protección y el área, de cubierta o ingeniería, brinda la familiarización con las funciones a desempeñar.

2.2.1 Familiarización de seguridad

Durante mis primeros días a bordo de MT Patricia fui familiarizado en lo concerniente a temas de seguridad y protección, esta familiarización me la dio el tercer oficial de cubierta, que consistió en un tour por el buque, mostrándome los puntos de reunión para las diferentes situaciones de emergencia y las vías de evacuación:

- Abandono de buque: Punto de reunión en la tercera cubierta de acomodación.
- Incendio a bordo: Punto de reunión en la primera cubierta de acomodación, a estribor.
- Alarma general: Punto de reunión en la primera cubierta de acomodación, a estribor.

Además de identificar los diferentes símbolos, letreros y señales encontrados a bordo para la ubicación de los equipos de salvamento, tales como chalecos salvavidas, aros salvavidas, bote y balsa salvavidas, y otros equipos que se usan en caso de emergencia como el generador de emergencia y la bomba contra incendios de emergencia y una breve explicación sobre el uso de estos.

Adicionalmente fui instruido respecto a mis responsabilidades en los distintos escenarios de emergencia, como se indica en la tabla N°1.

Tabla 1 Responsabilidades durante emergencias.

Situación de emergencia	Responsabilidades
Hombre al agua	Asistir en preparar el motor fueraborda del bote de rescate, asistir al segundo ingeniero.
Incendio	Asistir al Smoke Diver N°2 con su traje y equipo de respiración, traer botellas de oxígeno.
Abandono de buque	En Sala de Control de Máquinas, asistir al jefe de ingenieros
Derrame	En el Mar o Puerto: asistir al jefe de ingenieros.

Elaboración propia, fuente: Muster Card de MT Patricia.

2.2.2 Zafarranchos

La frecuencia con la que se realizan los zafarranchos a bordo depende del capitán, sin embargo es común de que estos ejercicios se realicen una a dos veces al mes, en el cual se llevan a cabo tres a cuatro zafarranchos en ese día. Estos zafarranchos suelen ser:

- Lucha contra incendios: en el cual el capitán plantea una situación, dónde se encuentra el incendio, en qué condiciones se encuentra el buque, etc, y toda la tripulación debe actuar según sean sus funciones.
- Bote salvavidas: Toda la tripulación se reúne en el Muster Station, el capitán se queda haciendo guardia en puente y dirigiendo el zafarrancho, se prueban los chalecos salvavidas, y entran a sus respectivos asientos en el bote, ajustan los cinturones de los asientos y luego de una breve explicación salen del bote. Se hace también una explicación del arranque del motor de este, además de la liberación de los ganchos que sujetan al bote, además de que cada cierto tiempo se baja el bote para realizar otras pruebas en el agua.

- Generador de emergencia: Se realiza una explicación y demostración del arranque de este de forma manual, mediante batería y mediante el acumulador.
- Bote de rescate: Se realiza una instrucción acerca del mecanismo de liberación de este, además del arranque del motor fuera de borda, cada cierto tiempo se baja el bote, con su respectiva tripulación, y se realizan unas vueltas alrededor del buque.
- Servomotor: En este se instruye a la tripulación acerca del control del servomotor en modo emergencia, para esto el capitán da desde el puente el rumbo a seguir y el miembro de la tripulación que se encuentre operando el servomotor de forma local en ese instante debe mantener el rumbo pedido.
- Derrame a bordo: En este el capitán plantea un caso, si el buque se encuentra en puerto, cargando o descargando, el tipo de carga, cuál de los manifolds, y la tripulación actúa según esto para detener el derrame y evitar la contaminación del mar.
- Entrada a espacios confinados: Esto puede llevarse a cabo sólo con una instrucción en la acomodación o bien llevando a cabo el ejercicio real, para este último se suele entrar a uno de los tanques de lastre, el cual se mantiene ventilado desde un día antes, y los miembros designados, el tercer oficial y un A.B. entran al tanque con todos los accesorios necesarios para rescatar a la víctima que se encuentra dentro del espacio confinado.



*Figura 5 Puesta a flote del bote salvavidas durante zafarrancho
Fuente propia.*

2.2.3 Familiarización con mis funciones

Desde el primer día inicié con la familiarización de mis funciones a bordo, para esto fui instruido por los ingenieros, me dieron instrucción respecto a la operación de los equipos principales, mis funciones diarias, rutas de evacuación en sala de máquinas, etc. Además de darme conocimiento de las políticas de la compañía para la prevención de la contaminación, segregación y disposición de la basura y residuos dañinos de forma segura y en cumplimiento con reglamentos internacionales.

Además de esta instrucción, inicié con la familiarización de todos los compartimientos en sala de máquinas, las máquinas, equipos y sistemas más importantes por mi propia cuenta. Para esto me valí de los planos con que disponemos a bordo, los manuales de los equipos y la experiencia de los ingenieros, lo que me permitía adaptarme más rápido a mis funciones como cadete y futuras funciones como ingeniero.

CAPÍTULO 3

FAMILIARIZACIÓN EN SALA DE MÁQUINAS, OPERACIONES Y GUARDIAS

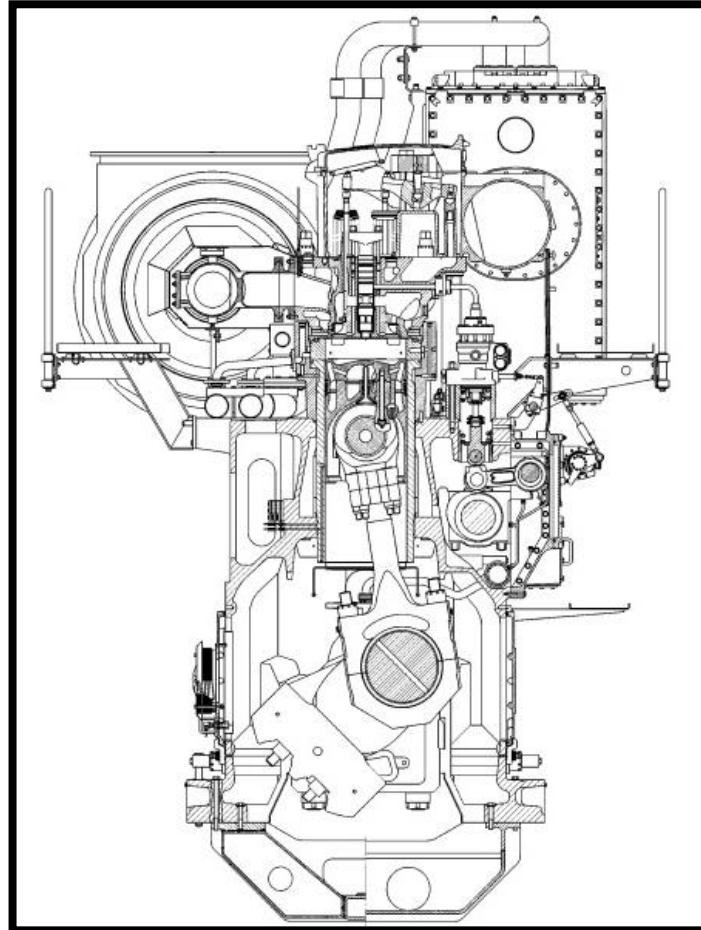
3.1 Familiarización con los equipos

La sala de máquinas de los buques, en que me embarque, consta de cuatro plataformas (cubiertas) y varios compartimientos o salas para los distintos equipos, por ejemplo: sala de generadores, sala de purificadores, entre otros, además de varios tanques de combustible, agua potable, aceite, y de otros suministros. En este espacio se encuentran todos los equipos importantes para la operación del buque como: la máquina principal, grupos electrógenos, purificadores, power packs, bombas y compresores. A continuación, una descripción de los equipos más importantes ubicados en la sala de máquinas:

3.1.1 Máquina Principal

La máquina principal es de tipo diesel de 6300 kW de potencia máxima, de cuatro tiempos, seis cilindros, 500 revoluciones por minuto. Puede trabajar con combustibles poco refinados de hasta 700 cSt a 50° C, y tiene un consumo promedio de 18 a 20 toneladas métricas de combustible por día, durante navegación a 11 nudos. Es enfriado por agua dulce, tiene dos sistemas de enfriamiento: *High temperature* (H.T.) para la primera etapa de enfriamiento del aire de carga y para el enfriamiento de las camisas, y *Low temperature* (L.T.) para la segunda etapa de enfriamiento del aire de carga, además de un sistema de enfriamiento para las toberas de los inyectores. Cuenta con una unidad de precalentamiento para mantener la máquina caliente cuando se encuentra fuera de

funcionamiento. Estos sistemas de H.T. y L.T. son enfriados directamente por agua de mar en intercambiadores de calor del tipo box cooler, de los cuales encontramos dos para el sistema H.T. y cuatro para el sistema L.T.



*Figura 6 Vista transversal de la máquina principal.
Fuente: Manual MAN B&W.*

La máquina principal cuenta con un turbocargador que se encuentra equipado con el sistema *Jet Assit*, un sistema que inyecta aire comprimido al turbo compresor para una mejor aceleración durante la etapa de arranque, (MAN Diesel SE, 2007); cuenta además con enfriador del aire de carga. En el cárter se cuenta con el Oil Mist Detector y con sensores de temperatura de Splash Oil para monitorear algún incremento de temperatura en alguna de las unidades, lo que nos permite advertir mediciones inusuales que puedan llevar a una posible explosión; asimismo la máquina principal cuenta con otros equipos y sistemas como los mencionados en la figura Nro. 7.



(A)



(B)



(C)



(D)



(E)



(F)

Figura 7 Accesorios y equipos de la máquina principal.

(A) Bomba de enfriamiento acoplada, (B) Bomba Stand By de aceite, (C) Enfriador de aceite, (D) Bomba Stand By de enfriamiento. (E) Generador de Cola, (F) Filtro automático y filtro dúplex de aceite.

Fuente propia.

3.1.2 Grupos electrógenos

Los grupos electrógenos son de la marca *Wärtsilä*, estos pueden trabajar no sólo con petróleo diesel si no también con petróleos pesados (H.F.O.), lo que permite un ahorro considerable en costos de combustible debido a la diferencia de precios entre el diesel y el H.F.O., aunque los generadores trabajan con una viscosidad máxima de 380 cSt a 50°C, a bordo solemos abastecernos de combustible de máximo 80 cSt a 50°C de viscosidad.



*Figura 8 Grupo electrógeno N°1.
Fuente propia.*

A bordo se cuenta con tres grupos electrógenos, dos de cuatro cilindros, y 680 kW de potencia máxima, uno de seis cilindros y 980 kW de potencia máxima, además se cuenta con un generador de cola de 1500 kW; estos se alternan según los requerimientos de carga y teniendo en cuenta las horas de funcionamiento de los mismos.

Estos grupos electrógenos tienen también un sistema de enfriamiento que consta de uno de H.T., para las camisas, y otro de L.T., para el enfriador de aceite lubricante y enfriador de aire de carga, además de contar con un precalentador, el agua de enfriamiento es enfriado a su vez por agua de mar en dos box coolers.

El buque cuenta además con un generador de emergencia, ubicado fuera de la sala de máquinas, en la tercera cubierta, por encima de la línea de flotación para cumplir con lo dispuesto en el convenio S.O.L.A.S. (Organización Marítima Internacional, 1974), este tiene una potencia de 100 kW y un tanque de combustible (Artic Diesel) independiente con cantidad suficiente para operar por un mínimo de 18 horas seguidas suministrando energía a los equipos de emergencia conectados al panel de emergencia (emergency switchboard).

Los tres generadores y el generador de cola son manejados desde la consola de la sala control de máquinas, con el sistema desarrollado por *Kongsberg*, mostrado en la figura N°9. El control que se puede hacer en este sistema es la excitación del generador de cola,

abrir y cerrar los disyuntores, colocar los generadores a la barra del circuito de potencia. Así mismo nos permite verificar el estado de acoplamiento de la máquina principal a la caja reductora, y posteriormente al eje de la propela y generador de cola.

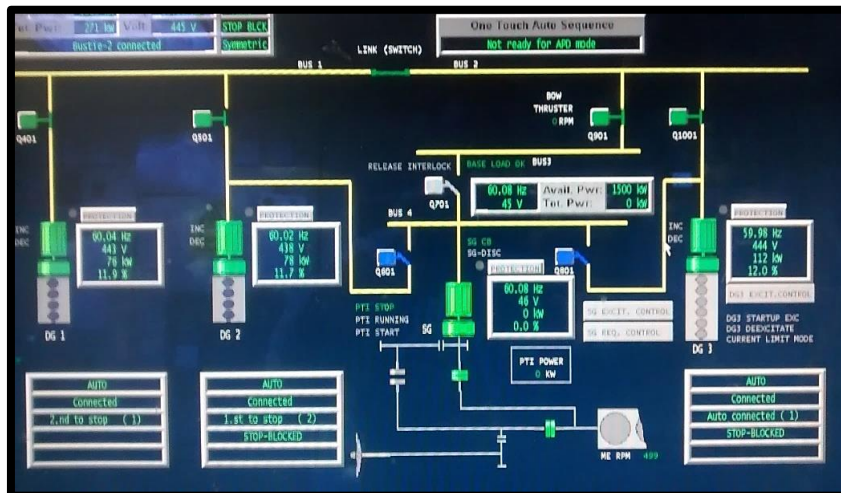


Figura 9 Esquema del control de la planta generadora de Kongsberg.
Fuente propia.

3.1.3 Purificadores

Se cuenta con una sala de purificadores, en ella se pueden encontrar cuatro, dos para la purificación de combustible, estos trabajan de forma alternada, es decir un mes uno y al siguiente mes el otro, y separada, aunque también pueden trabajar en serie, uno como purificador y el otro como clarificador, con una producción promedio de 1000 l/h, succionan el combustible de los tanques de decantación y después de purificarlos lo descargan en el tanque de servicio, o también a los de decantación según sea conveniente, para ser usado por las maquinarias, mientras que los lodos removidos del combustible son descargados automáticamente al tanque de lodos. Adicionalmente uno de estos purificadores puede ser usado para tratar combustible diesel desde uno de los tanques de almacenamiento, y descargarlo en el tanque de servicio de diesel.

Además, se encuentra en esta sala dos purificadores de aceite lubricante, uno para la máquina principal y otro para los tres grupos electrógenos, es importante resaltar que debido a que este tipo de motor es de cuatro tiempo es necesario que constantemente se purifique el aceite del motor pues este se mezcla con ceniza y carbón producidos por la combustión en los cilindros que cae directamente al cárter de la máquina, a diferencia de los motores de dos tiempos que cuentan con un stuffing box el cual retiene estas partículas. En caso de la máquina principal, el aceite se purifica constantemente, mientras que en el de los grupos electrógenos la purificación del aceite se alterna entre los tres, pues sólo hay un purificador para estos.



(A)



(B)

*Figura 10 Purificadores.
(A) Sala de purificadores, (B) Purificador de combustible N°1.
Fuente propia.*

3.1.4 Compresores

A bordo usamos el aire comprimido a 30 bar para arrancar la máquina principal y los grupos electrógenos, contamos con dos botellas de aire comprimido, las cuales almacenan suficiente aire para realizar seis arranques consecutivos sin tener que recargar las botellas, según lo establecido por el convenio S.O.L.A.S. (Organización Marítima Internacional, 1974). Contamos con dos compresores recíprocos, de dos etapas, de la marca alemana *Hatlapa*, los cuales comprimen el aire a 5 bar en la primera etapa y posteriormente a 30 bar en la segunda, luego el aire es directamente descargado en las botellas, los compresores funcionan automáticamente gracias a los pressure switches que monitorean la presión en las botellas.



(A)



(B)

*Figura 11 Componentes del sistema de aire comprimido.
(A) Botellas de aire de arranque, (B) Compresores de aire de arranque.
Fuente propia.*

El compresor número 1, mostrado en la figura N°11 (B), es el compresor de emergencia y tiene suministro eléctrico directo desde el emergency switchboard. Las botellas cuentan con dispositivos de seguridad para que la presión en ellos no sea mayor a 30 bar. Además en el buque se utiliza aire para las distintas herramientas neumáticas con las que disponemos a bordo, para esto utilizamos aire a 7 bar, que es suministrado por un compresor de aire de servicio, el cual es del tipo tornillo y a diferencia de los reciprocantes, se encuentra trabajando constantemente alternando entre fases de carga y no carga dependiendo de la presión en la botella de aire de servicio. Ya que el aire de servicio es usado más constantemente que el de arranque y en mayor cantidad las botellas de aire de arranque suministran aire para el sistema de servicio, para esto contamos con reductores para disminuir la presión de 30 bar los 7 bares necesarios para el sistema de servicio, y además otro grupo de reductores disminuyen la presión de 30 a 1 bar para el aire de control de los equipos, como purificadores, calderas, y otros.



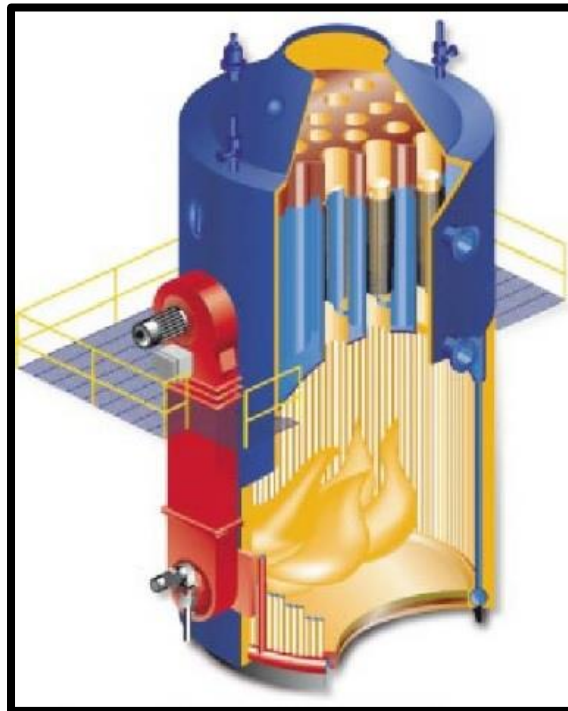
*Figura 12 Compresor de aire de servicio.
Fuente propia.*

3.1.5 Calderas

Se poseen dos calderas, una caldera auxiliar que produce vapor sólo mediante la quema de combustible, Oil Fired Boiler, Modelo *Mission OM 12500*, del tipo acuotubular, vertical,

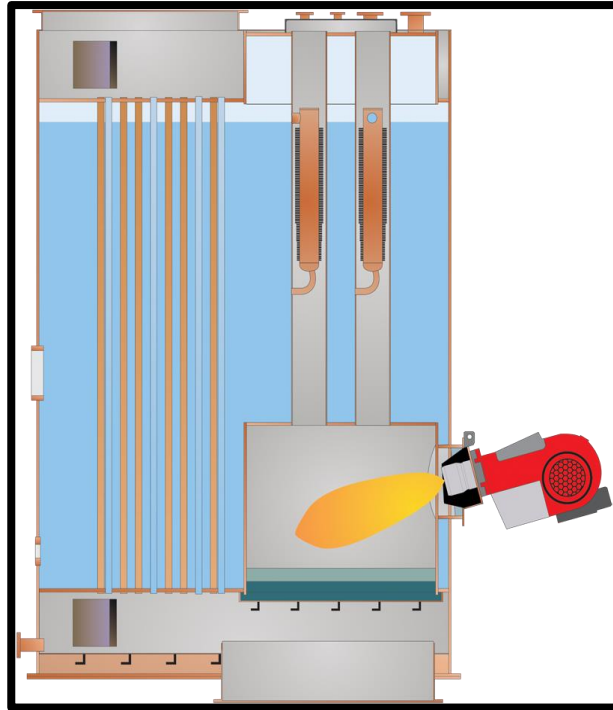
con una capacidad de producción de vapor de 12 000 kg/h, por lo que no es usada a menudo, sólo cuando la carga necesita ser calentada a una temperatura relativamente alta, 50°C a 70°C, o para realizar lavado de tanque.

Esta caldera puede trabajar quemando tanto combustible H.F.O. como diesel, sin embargo, para el encendido de la llama piloto se usa siempre combustible diesel, tiene un quemador de tipo copa rotatoria, el cual atomiza el combustible gracias a la fuerza centrífuga producida por un motor eléctrico conectado a la copa de inyección.



*Figura 13 Esquema de la caldera auxiliar.
Fuente: Manual de calderas Aalborg Industries.*

Además, los buques cuentan con una caldera pirotubular compuesta, la cual tiene dos medios para producir el vapor: mediante los gases de escape producidos por la máquina principal, los cuales son dirigidos a través de la caldera mediante el tubo de escape, con una producción de vapor de 1 500 kg/h y mediante el quemador con una producción de 1 500 kg/h, el cual puede quemar ,tanto combustible H.F.O. como diesel. Para esto el arreglo de la caldera es como se muestra en la figura N°14.



*Figura 14 Esquema de la caldera compuesta.
Fuente: www.alfalaval.it*

Esta caldera es usada todo el tiempo tanto para satisfacer los requerimientos de sala de máquinas: calentamiento de combustible H.F.O. en los tanques, vapor de acompañamiento, calentadores de los purificadores, de agua, y otros como calentar la carga, si esta no necesita mantenerse a temperatura elevada.

Cuando la máquina principal se encuentra parada la caldera compuesta se encuentra trabajando con el quemador, el cual atomiza el combustible inyectándolo a través de toberas; en cambio, cuando el buque se encuentra navegando, con la máquina principal operando se para el quemador y se trabaja sólo con los gases de escape de la máquina principal, lo que se traduce en ahorro de combustible. Si el vapor producido mediante los gases de escape no es suficiente para calentar la carga también se puede trabajar con los gases de escape y el quemador al mismo tiempo, de esta forma la producción de vapor se incrementa, sin embargo, si esto es aún no suficiente se procede a arrancar la caldera auxiliar.

3.1.6 Caja Reductora

La caja reductora tiene dos funciones, la primera de ellas es la de reducir la velocidad de accionamiento de la propela con una razón de 5:1, y la segunda es la de incrementar la velocidad con una razón de 1:2.4 que requiere el generador de eje de cola.

La velocidad rotacional de la máquina principal es de 500 RPM, esta velocidad es relativamente alta para la propela por lo que debe de ser reducida a 110 RPM para una mayor eficiencia en el empuje. Para realizar esta reducción se cuenta con la caja reductora de la marca alemana *RENK* del tipo reducción simple y multi clutch. La caja reductora cuenta además con un mecanismo Power Take Off (P.T.O.), el cual incrementa la velocidad de la máquina principal de 500 RPM a 1200 RPM para accionar el generador de cola; y Power Take In (P.T.I.) para el caso de emergencia en el que la máquina principal sufra un daño mayor que lo deje completamente inoperativo, en el cual el generador de cola se usa como motor eléctrico y se acopla mediante la caja reductora al eje de la propela para accionar esta.



*Figura 15 Caja Reductora.
Fuente propia.*

3.1.7 Unidad de C.P.P

Estos barcos cuentan con una propela de paso variable (C.P.P.), en la cual el paso es controlado mediante la unidad mostrada en la figura N°16, esta unidad cuenta con dos bombas para producir la presión requerida, además de válvulas y solenoides para dirigir el flujo del aceite según sea necesario. La unidad también puede ser usada en modo manual, o modo emergencia, en caso se pierde la conexión y control desde el puente de mando, para este caso la unidad cuenta con mandos para operarla de forma local y también con comunicación para poder seguir las órdenes del puente.



*Figura 16 C.P.P.
Fuente propia.*

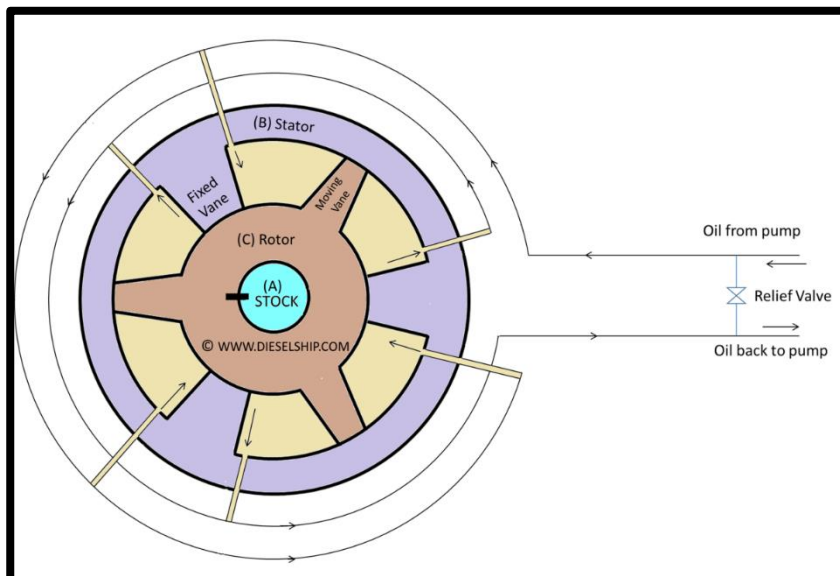
3.1.8 Servomotor

El servomotor a bordo de estos buques es de la marca *Rolls Royce*, esta es del tipo paleta rotativa (rotary vane), cuenta con dos unidades para producir la presión hidráulica, las cuales se alternan; durante navegación se usa sólo una de ellas, mientras que en maniobra se usan ambas para una respuesta más rápida de la pala.

El servomotor puede ser usado también en modo emergencia, manual, en caso se pierde el control desde puente, para lo cual se alterna el tipo de control de remoto a local y se utilizan los controles ubicados sobre la unidad, además se cuenta con auriculares para mantener comunicación constante con el puente de mando y recibir las ordenes.



(A)



(B)

Figura 17 Servomotor.
(A) Vista del servomotor, (B) Esquema del servomotor.
Fuente: (A) propia, (B) <https://assets.dieselship.com>

3.1.9 Booster Unit

Esta unidad sirve para suministrar combustible H.F.O. a la máquina principal y a los grupos electrógenos, consta de bombas de alimentación, que succionan el combustible desde los tanques de servicio, un filtro automático, medidor del caudal, tanque de mezcla, bombas booster, calentadores eléctrico y de vapor, viscosímetro, además de un enfriador para el combustible que retorna a la unidad.



*Figura 18 Booster Unit.
Fuente propia.*

3.1.10 Bombas para el sistema Low Temperature

El sistema de Low Temperature enfría a varios equipos, tales como: el de aire de carga de la máquina principal, el aceite lubricante de la máquina principal, el condensador de vapor, enfriador de aceite hidráulico de los power packs, enfriador de aceite de la caja reductora, enfriador de aceite de la unidad C.P.P., enfriador del booster unit, enfriador del módulo de enfriamiento de toberas de la máquina principal y enfriador de aceite del gobernador, por lo que el caudal necesario para este sistema requiere de dos bombas funcionando simultáneamente. En la figura N°19 se observan las cuatro bombas centrífugas de las que consta este sistema, estas se usan alternándolas mensualmente de dos en dos.



*Figura 19 Bombas del sistema L.T.
Fuente propia.*

3.1.11 Módulo de Enfriamiento de toberas

Como el nombre lo indica, con este equipo se enfría las toberas de los inyectores de combustible de la máquina principal, este enfriamiento se obtiene mediante agua dulce del sistema L.T.



*Figura 20 Módulo de enfriamiento de toberas.
Fuente propia.*

3.1.12 Evaporadora

Cuando el buque se encuentra en navegación y la carga de la máquina principal es mayor a 50% se puede poner en operación a la evaporadora, esta utiliza el agua del sistema H.T., para poder evaporar el agua de mar a baja temperatura, en promedio a 60°C, se necesita generar un vacío en la campana de la evaporadora, esto se lleva a cabo mediante el eyector, el cual remueve el aire dentro de la campana, produciendo así un vacío parcial, disminuyendo de esta forma la temperatura requerida para hervir el agua de mar, el vapor generado pasa luego a un condensador por el que circula agua de mar fría, esta condensa el vapor produciendo así agua dulce, esta agua producida luego es bombeada y pasa por sensores de salinidad, si la salinidad es la adecuada el agua generada se bombea a los tanques de almacenamiento.



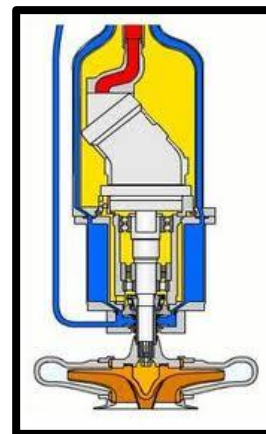
*Figura 21 Evaporadora del tipo placas.
Fuente propia.*

3.1.13 Power Packs y Bombas FRAMO

Para descargar los tanques de carga se requiere del uso de las bombas sumergidas, estas son las bombas *FRAMO*, básicamente constan de un motor hidráulico que acciona un impelente, lo que hará fluir la carga a través de las tuberías de descarga, para activar este motor hidráulico se requiere de aceite a alta presión, aproximadamente 180 bares, la cual se obtiene mediante los power packs, esta unidad consta de cuatro bombas, que trabajan de manera simultánea produciendo la presión requerida por el sistema para accionar las bombas de descarga y adicionalmente el bow thruster cuando es requerido durante maniobras.



(A)



(B)

*Figura 22 Power packs y bomba FRAMO.
(A) Unidad de Power Pack, (B) Esquema de la bomba FRAMO.
Fuente (A) propia, (B) Manual FRAMO.*

3.1.14 Incinerador

Los buques están equipados con incineradores aprobados para funcionar en conformidad con la Resolución MEPC.244(66) y con los dispuesto en el Convenio MARPOL, Anexo VI Regulación 16 (Organización Marítima Internacional, 1978), son de la marca *TeamTec* modelo *OG400*. Sin embargo, el incinerador no es usado a bordo, o al menos no fue usado durante mi tiempo de embarque en estos buques, más que para evaporar pequeñas cantidades de agua en los residuos oleosos del tanque de lodos. En vez de esto toda la basura sólida es dispuesta en muelle, siempre que el puerto lo permite, de forma segura y en cumplimiento con reglamentos internacionales.



*Figura 23 Incinerador y tanque de residuos oleosos.
Fuente propia.*

3.1.15 Bombas de descarga de lodos, aguas grises y sentina

Estas bombas son usadas para para achicar ciertos tanques, el de lodos y el de drene de aceites, por ejemplo, suelen descargarse cada dos meses en promedio, estos se descargan a una barcaza especialmente equipada para estos residuos o a las instalaciones del puerto; el tanque de agua de sentina también es descargado junto con el de lodos. En cambio, el tanque de aguas grises y el tanque de aguas residuales, luego de que el contenido haya sido tratado y desinfectado en una planta que cumple con lo dispuesto en el convenio MARPOL, Anexo IV (Organización Marítima Internacional, 1978), se descargan en altamar, siempre y cuando el buque no se encuentre a una distancia menor a 3 millas náuticas de la costa más cercana, y el buque se encuentre en ruta a una velocidad no

menor a 4 nudos, según lo dispone la Regulación 11 del Anexo IV del mencionado convenio.



*Figura 24 Bombas de descarga de lodos, aguas grises y sentina.
Fuente propia.*

3.1.16 Separador de aguas oleosas

Estos buques se encuentran equipados con un separador de aguas oleosas que cumple con lo estipulado en el convenio MARPOL, Anexo I, Regulación 14 (Organización Marítima Internacional, 1978), para descargar agua de sentina con una concentración de partículas oleosas menor a 15 ppm. Es del tipo membrana, en él, el agua del tanque de sentinas (bilge holding tank) es bombeado, y dentro de la cámara de separación las partículas de aceite son retenidas por la membrana en la parte superior de la cámara, debido a la diferencia de densidades entre el agua y el aceite; y desde aquí es descargado al tanque de drene de aceites, mientras que el agua pasa por una unidad en la que se monitorea el contenido de aceite, si es menor a 15 ppm el agua es descargado, de lo contrario vuelve al tanque de sentina. Sin embargo, ya que navegamos por áreas restringidas (Mar del Norte, Mar Báltico) en donde está prohibido toda descarga de agua con contenido oleoso, no usamos este equipo más que para una prueba rutinaria y durante una inspección.



*Figura 25 Separador de aguas oleosas.
Fuente propia.*

3.1.17 Consola de control de máquinas

Todos los equipos y sistemas son monitoreados desde la consola de control ubicada en sala de control de máquinas, el sistema de esta consola fue desarrollada por la marca noruega *Kongsberg*, todos los sistemas de control y automatización de cada equipo ubicado en la sala de máquinas están conectado a este sistema, por lo que cualquier alarma en alguno de ellos aparecerá también en la consola de control, adicionalmente con este sistema se monitorea el contenido de todos los tanques a bordo: de carga, lastre, combustible, aceite, agua, así como la temperatura del contenido de algunos de los ya mencionados; se visualiza los parámetros más importantes de los equipos, se controla la planta eléctrica, conexión y desconexión de los generadores, entre otras funciones.



*Figura 26 Consola de control de máquinas.
Fuente propia.*

3.2 Familiarización con los sistemas

Es importante que los ingenieros se encuentren completamente familiarizados con los sistemas encontrados en el buque, en el caso de una emergencia o situación que requiera prontitud no podemos tomarnos el tiempo de revisar los planos de los sistemas para encontrar la localización de cierta válvula o accesorio, si no que el ingeniero debe saber de antemano dónde se encuentra cada componente. Por esta razón me motivé a familiarizarme con los distintos sistemas que se encontraban en sala de máquinas, localizando cada uno de sus componentes y el sentido de sus tuberías; para esto me valí de los planos con los que se disponía en el buque y del conocimiento de los ingenieros cuando no llegaba a encontrar la ubicación de algún componente.

3.2.1 Sistema de combustible

El sistema de combustible consta de tres tanques de almacenamiento para H.F.O., dos a estribor y uno a babor, para llenar estos tanques se cuentan con cuatro conexiones internacionales para acoplar la manguera, dos de ellos en los manifolds, de babor y estribor localizados en el centro del buque y los otros dos en los dos manifold entre la cubierta y la acomodación, delante del espejo, estos llevan el combustible a almacenar directamente a los respectivos tanques.

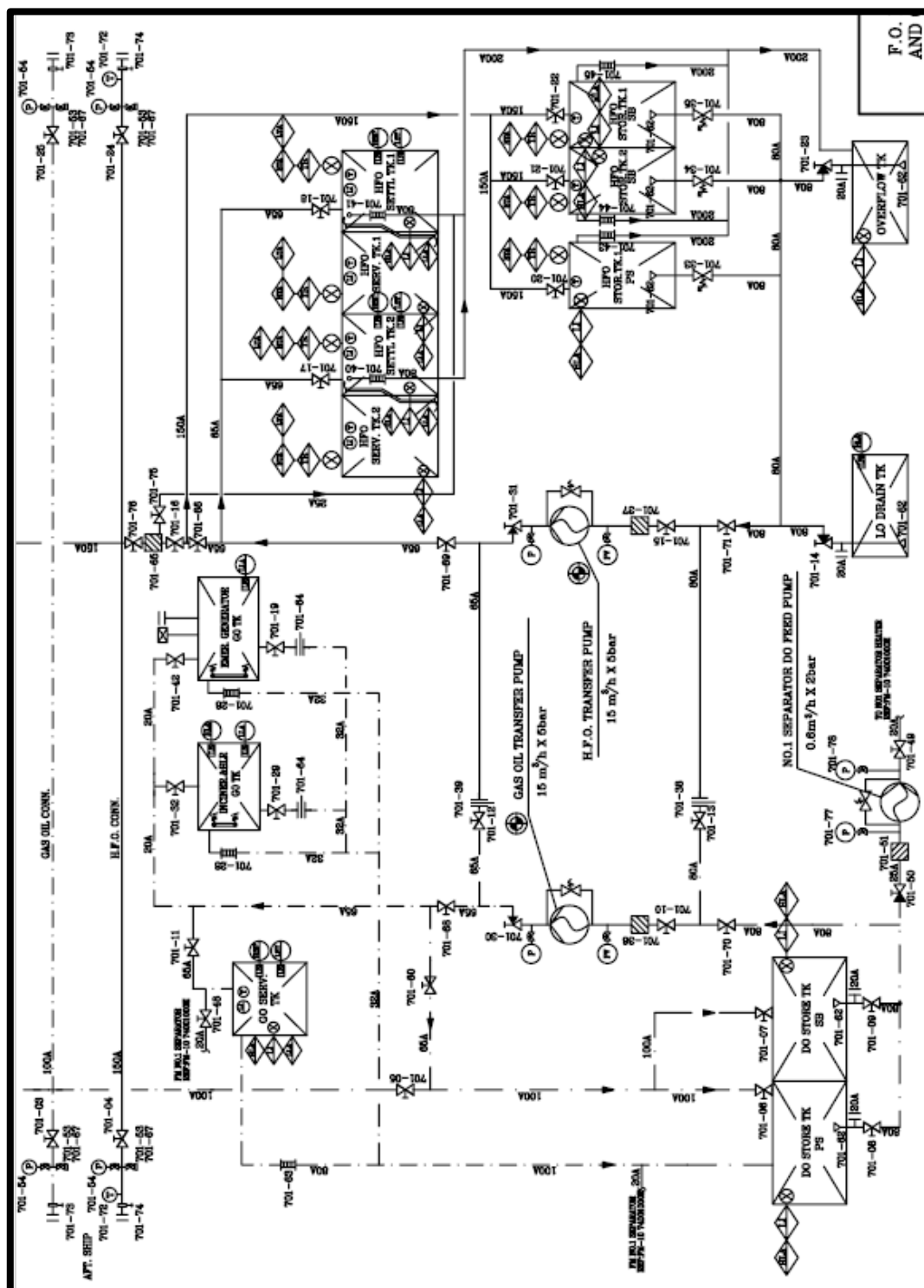


Figura 27 Sistema de transferencia de combustible.
Fuente: planos del buque.

El sistema cuenta también con bombas de transferencia, desde los tanques de almacenamiento a los de sedimentación, o para transferir el combustible de un tanque de almacenamiento a otro, la línea de rebose de estos tanques dirige el combustible hacia el

tanque de rebose ubicado en la plataforma más baja; el agua y lodo que se drena diariamente de estos tanques es descargado en el tanque de dren de aceites. En el sistema también se encuentra el sistema de abastecimiento y transferencia de combustible diesel, el cual se encuentra segregado del de H.F.O., sin embargo existen conexiones cegadas que unen a estos dos sistemas en la succión y descarga de las bombas de transferencia. Cabe destacar que los reboses del tanque de servicio de diesel se dirigen al tanque de almacenamiento de diesel de babor. Las capacidades de los tanques son los siguientes:

Tabla 2 Capacidad de los tanques de combustible.

Tanque	Capacidad
De almacenamiento H.F.O. estribor-proa	161.00 m ³
De almacenamiento H.F.O. babor-proa	161.00 m ³
De almacenamiento H.F.O. estribor-popa	129.00 m ³
De almacenamiento diesel estribor	28.00 m ³
De almacenamiento diesel babor	28.00 m ³
De sedimentación H.F.O. proa	50.00 m ³
De servicio H.F.O. proa	30.00 m ³
De sedimentación H.F.O. popa	26.00 m ³
De servicio H.F.O. popa	23.00 m ³
De servicio diesel	19.00 m ³
De rebose H.F.O.	22.00 m ³

Elaboración propia, fuente: planos del buque.

En cuanto al sistema de servicio de combustible la unidad booster, ilustrada en la figura N°28, es el componente principal para distribuir el combustible a la máquina principal y grupos electrógenos. La unidad puede trabajar con H.F.O. y diesel, sin embargo es poco común usarla con diesel dado que el sistema de servicio cuenta con una bomba independiente de este combustible para suministrarlo directamente a los grupos electrógenos. La unidad controla la viscosidad y temperatura del combustible y puede ser alternada al funcionamiento con combustible diesel, para esto se gira la válvula de tres vías que se encuentra antes de la succión de la bomba alimentadora (feeder); al pasar de la

operación de H.F.O. a diesel, se debe tener especial cuidado con la temperatura del combustible que retorna a la unidad, pues una elevada temperatura en el combustible diesel producirá una muy baja viscosidad en él, poniendo en riesgo a los componentes internos de las maquinarias: bombas de inyección, válvulas de inyección.

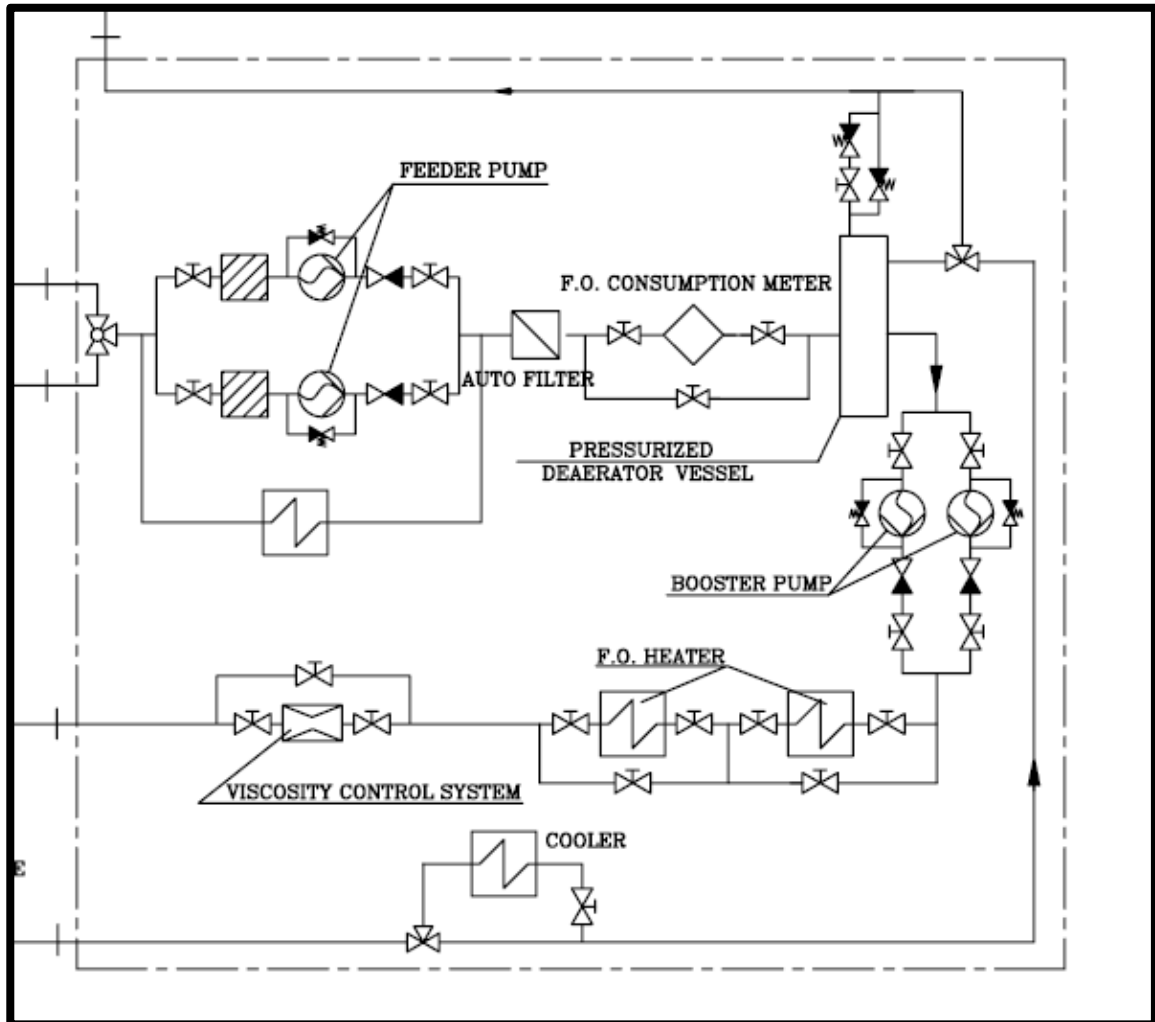


Figura 28 Sistema de servicio de combustible.
Fuente: planos del buque.

3.2.2 Sistema de enfriamiento

El sistema de enfriamiento en estos buques consta de dos sistemas aislados, uno de alta temperatura, H.T., que enfría sólo a la máquina principal, y otro de baja temperatura, L.T., que enfría a otros equipos y sistemas del buque. En la figura N°29 se muestra el sistema de enfriamiento de alta temperatura, este se usa para la primera etapa de enfriamiento de aire de carga, luego enfría los cilindros de la máquina principal, pasa por la evaporadora

para hervir el agua de mar y luego pasa a los box coolers, el sistema cuenta con una válvula de tres vías controlada eléctricamente para controlar el flujo que se dirige a los enfriadores y el que se recircula, además se cuenta con una unidad de precalentamiento para mantener la máquina lista para el arranque cuando se encuentra en stand by.

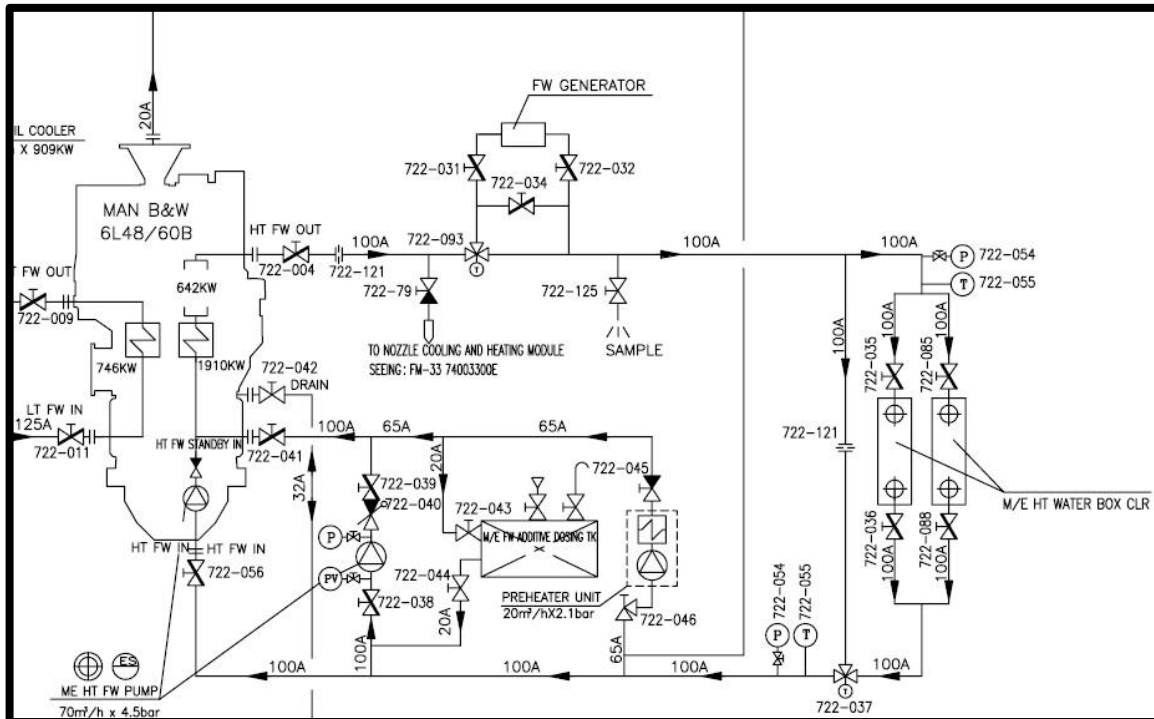


Figura 29 Sistema de enfriamiento H.T.
Fuente: planos de buque.

Estos buques utilizan intercambiadores de calor del tipo box cooler para enfriar el agua dulce de sus sistemas mediante agua de mar, estos enfriadores se encuentran fijos al casco fuera de la sala de máquinas, de tal forma que el agua dulce al entrar en ellos es enfriado directamente por el agua de mar que rodea al barco, de esta forma no se requieren de bombas adicionales para circular el agua de mar en un sistema, así se elimina también los trabajos de mantenimiento que se realizarían en bombas, filtros y tomas de agua, trabajos que se deben realizar con una cierta frecuencia, semanalmente, sin embargo un problema de este tipo de intercambiador es que no se le puede realizar mantenimiento, pues no se puede desensamblar de su posición, sólo cuando el buque se encuentra fuera del agua, en dique.



*Figura 30 Reemplazo de un box cooler en dique.
Fuente propia.*

3.2.3 Sistema de aceite lubricante

El sistema se encuentra circulando cuando la máquina está operando y antes de ser arracada. Aparte del sistema mostrado en la figura N°31, la máquina cuenta con un sistema adicional de lubricación de cilindros y otro de lubricación de asientos de las válvulas.

El aceite usado a bordo para la máquina principal es de SAE 40 y TBN (Total Base Number) 40, el cual es también usado para lubricar el turbocargador con el mismo sistema de la máquina principal. Como ya antes mencionado el aceite de la máquina está constantemente siendo limpiado por el purificador para remover toda la ceniza y depósitos de carbón que puedan caer al cárter, esto para alargar la vida útil del aceite, sin embargo periódicamente se recolectan muestras de aceite para hacer un análisis de su condición, este análisis se lleva a cabo a bordo por el tercer ingeniero y también cada tres meses se recolectan las muestras y se llevan a un laboratorio especializado para un examen más exhaustivo.

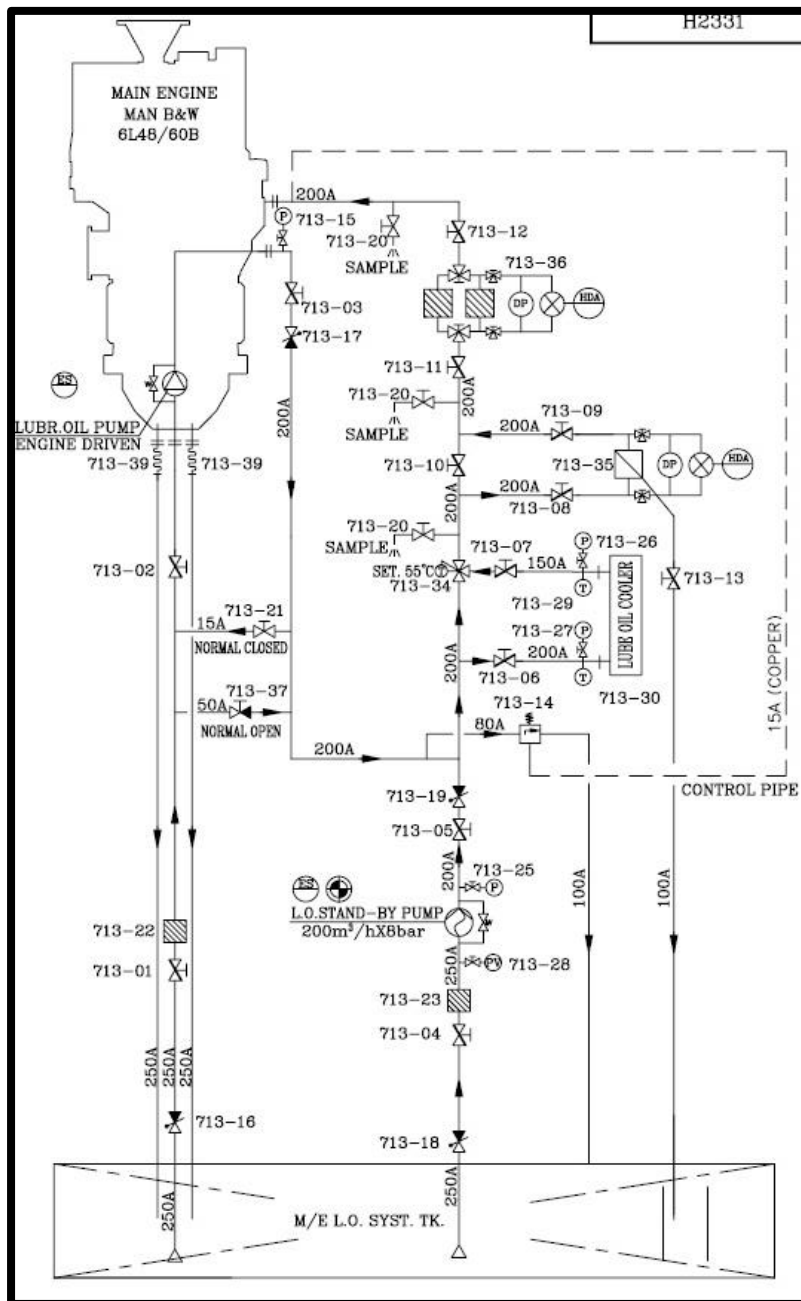


Figura 31 Sistema de lubricación de la máquina principal.
Fuente: planos del buque.

3.2.4 Sistema de agua de mar

El sistema de agua de mar a bordo de estos buques no es usado para enfriamiento, como ya antes explicado, es usado para la producción de agua dulce, en la evaporadora, y para el sistema de antifouling; con este sistema se producen hipocloritos mediante el agua de mar en una celda de electrólisis, para ser inyectados en las tomas de agua y en el área de los box cooler previniendo las incrustaciones de vida marina en estas áreas. Las bombas

de lucha contra incendios succionan el agua de mar de estas tomas, y la circulan por el sistema contra incendios. Aparte de lo ya mencionado el agua de mar no es usado para otros sistemas en sala de máquinas.

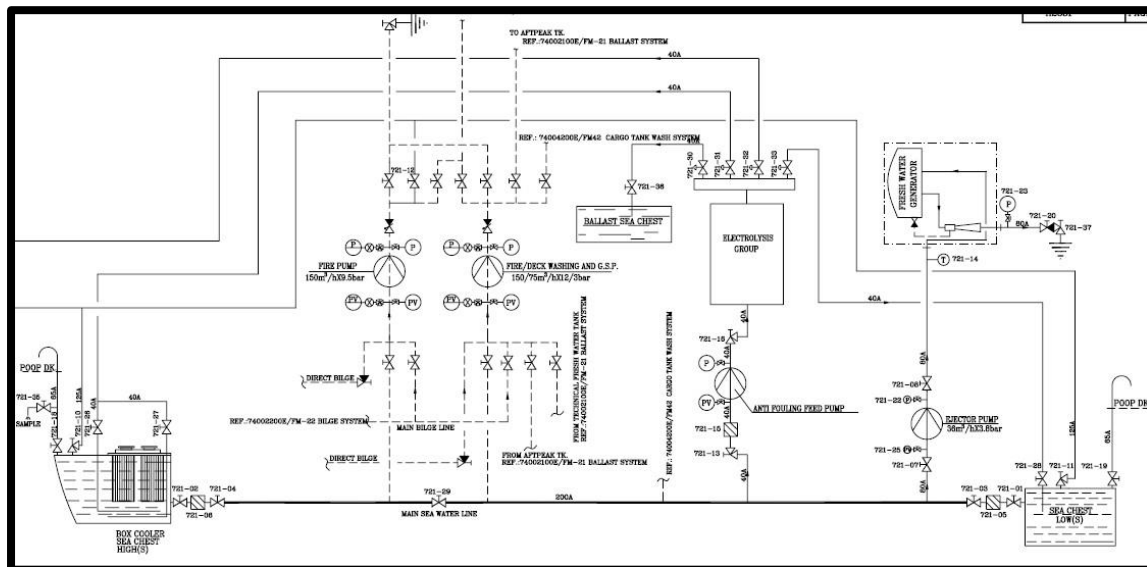


Figura 32 Sistema de agua de mar.
Fuente: planos el buque.

3.3 Guardias

3.3.1 Horario de trabajo

El horario de trabajo en sala de máquinas es el mismo independientemente si el buque está navegando, en puerto o fondeado, de lunes a sábado se inicia la jornada laboral a las 08:00 de la mañana en la sala de control de máquinas, luego de una pequeña reunión en la que se habla sobre los trabajos prioritarios a realizar ese día, se lleva a cabo los trabajos rutinarios de cada día: sondeo de tanques en sala de máquinas, trasiego de combustible y ronda de seguridad; luego se inicia con los trabajos de mantenimiento según lo establecido en el Sistema de Mantenimiento Planeado (P.M.S.) y cualquier otro trabajo no planificado que sea prioritario, a las 10:00 se da un descanso (coffee break) al personal, se reanudan las labores a las 10:30 hasta el mediodía en el que es la hora de almuerzo, los días sábado se trabaja sólo hasta el mediodía, durante la hora de almuerzo la sala de máquina queda en modo desatendido, sin embargo, en caso de cualquier alarma el ingeniero de guardia debe proceder a verificar de qué se trata esta y solucionarla, de lunes a viernes se

reanudan las labores a la 13:00 y se continua hasta las 15:00 en la que se da otro descanso (coffee break), a las 15:30 se sigue con las labores hasta las 17:00, hora a la que se concluye con la jornada laboral, a partir de esta hora la sala de máquinas queda en modo desatendido, este es el horario de trabajo común, de lunes a viernes, los días domingo no se realizan labores, sólo el cadete de máquinas realiza el sondeo de tanques en las mañanas y toma los contadores del consumo de combustible, mientras que el ingeniero de guardia realiza una ronda por sala de máquinas.

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo		
08:00 – 10:00	Máquina atendida Horario de trabajo						08:00 – 09:00	M. A.	
10:00 – 10:30							Máquina desatendida – U.M.S. operation Coffee Break		
10:30 – 12:00	Máquina atendida Horario de trabajo								
12:00 – 13:00							Máquina desatendida – U.M.S. operation Almuerzo		
13:00 – 15:00	Máquina atendida Horario de trabajo					U.M.S. operation		U.M.S. operation	
15:00 – 15:30									
15:30 – 17:00	Máquina atendida Horario de trabajo								
17:00 – 23:00						Máquina desatendida – U.M.S. operation			
23:00 – 23:30	Máquina atendida Safety Round								
23:30 – 08:00	Máquina desantedida – U.M.S. operation								

Figura 33 Horario de trabajo.

Elaboración propia, fuente: operaciones a bordo.

3.3.2 Organización de las guardias

Los buques de la flota se encuentran certificados para operar la sala de máquinas en modo desatendido (U.M.S., Unattended Machinery Space), según lo establecido en el Convenio S.O.L.A.S., Capítulo II – 1, Regulaciones del 48 al 53 (Organización Marítima Internacional, 1974), por lo que fuera de horarios de trabajo la sala de máquinas opera de esta manera, excepto durante maniobras.

Debido a que no hay 4to. ingeniero (tercer oficial de máquinas) las guardias se distribuyen entre el segundo y tercer ingeniero, un día el segundo ingeniero hace guardia durante todo el día y al siguiente el tercer ingeniero realiza guardia durante todo el día, sin embargo, esto no quiere decir que el ingeniero de guardia permanezca todo el día en la sala de máquinas, durante el horario de trabajo el ingeniero de guardia u otro atienden las alarmas, en caso de maniobra durante horario de trabajo el ingeniero de guardia se encuentra en la sala de control de máquinas listo para cualquier percance o requerimiento de puente, y fuera de las horas de trabajo la sala de máquinas queda en modo desatendido, si durante este periodo una alarma se activa es el ingeniero de guardia quien se encarga de darle solución, si es el caso que las maniobras se realizan fuera del horario de trabajo, lo que sucede comúnmente, es el ingeniero de guardia quien permanece en la consola junto con el jefe de máquinas.

Tabla 3 Responsabilidades de guardia.

Jefe de Ingenieros	Segundo Ingeniero	Tercer Ingeniero	Cadete de máquinas
No realiza guardias, sin embargo, durante maniobras permanece en la sala de control de máquinas.	Realiza guardia los días pares, desde las 08:00 de ese día hasta las 08:00 del día siguiente.	Realiza guardia los días impares, desde las 08:00 de ese día hasta las 08:00 del día siguiente.	Asiste durante las maniobras y guardias según sea requerido.

Elaboración propia, fuente: operaciones a bordo.



Figura 34 Panel de Extensión de alarma activado durante U.M.S.
Fuente propia.

Para activar el modo de máquina desatendida se debe completar primero una lista de chequeo, mostrado en el anexo 1, en el que se revisa que todas las condiciones y requisitos son cumplidos para activar el modo U.M.S.. A las 23:00 el ingeniero de guardia hace una ronda por sala de máquina para asegurarse de que todas las máquinas trabajan de forma adecuada y que no haya algún desperfecto o algo que ponga en riesgo la operación del buque, esta ronda dura treinta minutos, en los cuales sala de máquinas queda atendida, luego de esto la sala de máquinas vuelve a modo desatendido hasta las 08:00 del día siguiente.

	DM1	DM2	DMB	engine sump (kg)	main engine fresh	engine sump (kg)	aux. engine fresh	HS
on hand last noon								
consumed								
received								
on hand at noon								
Remarks: 08:00 - UMS mode changed to ER watch. Daily work meeting carried out. 08:45 - 1 hour notice before manoeuvring. 09:15 - El power supply changed from shaft gen. to Diesel gen's. 10:00 - EOSP.								
								Trans
								Typ
								Quantity
								from
								to
								time

Figura 35 Entradas hechas en la bitácora de máquinas.
Fuente propia.

Las cabinas de los ingenieros se encuentran equipadas con un panel de extensión de alarma, como el mostrado en la figura N°34, el cual se activa automáticamente al activar el modo de máquina desatendida y emite un sonido a alto volumen cada vez que aparece una alarma en la consola de máquinas para que pueda ser reconocido por el ingeniero de guardia, estas extensiones de alarma se encuentran no sólo en las cabinas de los ingenieros si no también en puntos estratégicos en la acomodación de tal forma que el ingeniero de guardia pueda escucharla estando en cualquier compartimiento en la acomodación.

3.3.3 Cumplimiento de las horas mínimas de descanso

En casos especiales, como lo es el tránsito por el canal de Kiel, en donde la consola de control debe quedar atendida por varias horas, el ingeniero de guardia y el jefe de ingenieros son apoyados por el ingeniero que no se encuentra de guardia, y es él quien asiste durante la maniobra en las horas laborables mientras que el jefe de ingenieros y el ingeniero de guardia se encuentran descansando para acudir luego de acabada la jornada laboral a la guardia de maniobra hasta el tiempo en que concluya el tránsito por el canal.



*Figura 36 MT Patnos durante su tránsito por el canal de Kiel.
Fuente: tomada por el segundo ingeniero.*

También cuando el departamento de ingeniería realiza trabajos fuera de las horas laborales como el realizar faena de abastecimiento de combustible, reparación de algún equipo, recepción de repuestos, u otros, el segundo ingeniero se asegura de que la tripulación tenga el descanso suficiente para realizar sus funciones de forma óptima posteriormente. Además, el buque cuenta con un programa (*Seamanager*) en el que se controlan los periodos de descanso de cada miembro de la tripulación, para esto se insertan datos precisos en el software: las respectivas horas de descanso y trabajo de cada miembro, y el software hace la verificación, en caso algún miembro haya trabajado más horas de lo debido el software lo advierte al encargado de administrar las horas de descanso (el segundo ingeniero, en caso del departamento de ingeniería y el primer oficial de cubierta, en caso del departamento de cubierta). De esta forma se aseguran de cumplir con las normas establecidas en el Convenio S.T.C.W. (Organización Marítima Internacional, 2010) y lo dispuesto en el Convenio sobre el Trabajo Marítimo (Organización Internacional del Trabajo, 2006), en donde se estipula que cada miembro de la tripulación debe tener un periodo de descanso no menor a 10 horas en un periodo de 24 horas.

Rest Hour Registration

ID - No. 100855-5555 Name PALLESEN, Palle Capacity C/O

Day settings: 06-02-2010 / 1 Watchkeeper: Closed Accepted: Period February 2010

Rest Hour Graphical View

Day	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
30																								
31																								
1																								
2																								
3																								
4																								
5																								
6																								
7																								

Rest Hour Details

From	To	Rmk.	Corr.	Sum
00:00	07:30			7.50
21:30	23:30			9.50

Actual ☒ From: 21:30 To: 23:30 Time corr. for restperiod: min. Code: 1.A Reason: Tank cleaning

The 2 longest rest periods is only 9.5 Hours of rest within the last 24 hours (calculated from the end of the rest period)

Figura 37 Ejemplo del sistema Seamanager.
Fuente: Seapay, www.seapay.dk

3.4 **Maniobras y operaciones**

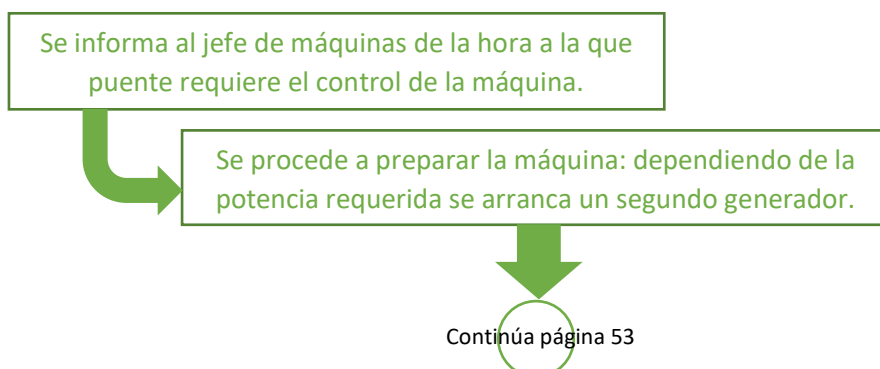
Las maniobras, tanto de entrada como salida y fondeo, se llevan a cabo a cualquier hora del día, durante las cuales la sala de máquinas se debe encontrar tripulada por el jefe de máquinas y el ingeniero de guardia por el tiempo que dure la maniobra desde que se da Una hora de aviso (One Hour Notice), hasta que el puente de mando indique Acabado con el motor (Finished With Engine) o comienzo de travesía (Start of Sea Passage), una vez solicitado esto y luego de preparar la máquina para stand by o para la navegación en altamar la sala de máquinas vuelve a quedar desatendida.

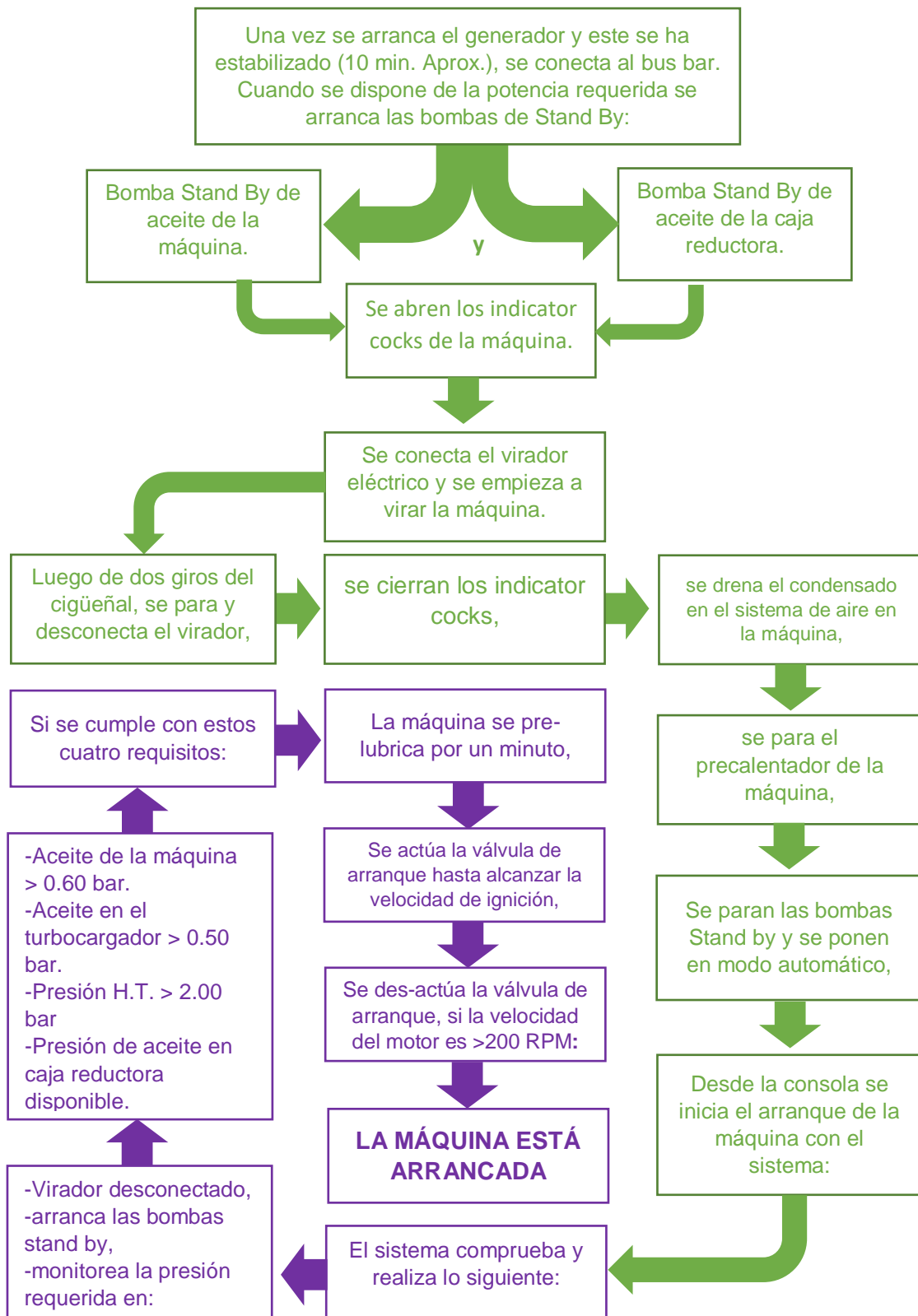


*Figura 38 MT Patnos durante maniobra de atraque en Riga, Letonia.
Fuente propia.*

3.4.1 **Preparación para zarpe**

Estando el buque en puerto o fondeado, el oficial de guardia en puente informa One Hour Notice al ingeniero de guardia antes de que el práctico suba a bordo, si el buque se encuentra en puerto; o antes de maniobra, si el barco se encuentra fondeado, luego de este aviso se procede de la siguiente manera:





Gráfica 3 Proceso de preparación y arranque de la máquina principal.
Elaboración propia, fuente: Manual MAN B&W.

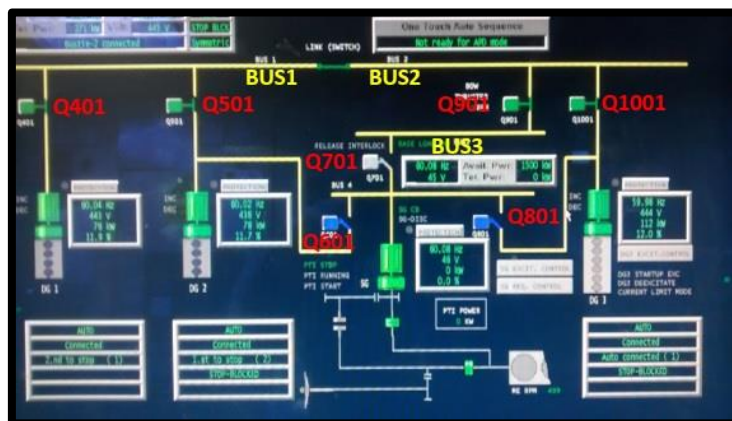
Una vez que la máquina se ha arrancado con el panel mostrado en la figura N°39 (A) y las temperaturas se han estabilizado se procede a conectar la máquina a la caja reductora mediante la interfase en el *Alphatronic 2000*, mostrado en la figura N°39 (B), la máquina principal al arrancar tiene una velocidad de 300 RPM, esta se incrementa lentamente, de 20 en 20 RPM, permitiendo que las temperaturas dentro de la máquina se estabilicen, a las 340 RPM se conecta la máquina al Main Clutch, con lo que la caja reductora empieza a trabajar y transfiere el movimiento a la propela, se sigue aumentando las revoluciones hasta las 380 RPM, a esta velocidad se conecta el P.T.O. clutch, con el cual el generador de cola comienza a girar, la caja reductora incrementa la velocidad para actuarlo, luego de que se han conectado ambos clutches se incrementa las revoluciones hasta las 500 RPM, la cual es la velocidad de operación de la máquina principal.



(A)



(B)



(C)

*Figura 39 Dispositivos para el arranque y control de la máquina principal.
(A) Panel de control para el arranque y parada de la máquina principal,
(B) Alphasatronic 2000, (C) Esquema de disyuntores.
Fuente propia.*

Una vez se alcanzan las 500 RPM el paso siguiente es conectar el generador de cola al bus bar, para realizarlo, primero se excita el alternador del generador de cola, un segundo de excitación es suficiente para que el voltaje se eleve a 440 V y la frecuencia se ajuste a 60 Hz, una vez que el voltaje y la frecuencia se han estabilizado se cierra el disyuntor Q701, mostrado en la figura N°39 (C), y se conecta al bus bar 3, inmediatamente se abre el disyuntor Q901, de esta forma el generador de cola suministra energía sólo al bus bar 3 el cual está conectado sólo a los power packs, mientras que el 1 y 2 son para todos los servicios del buque.

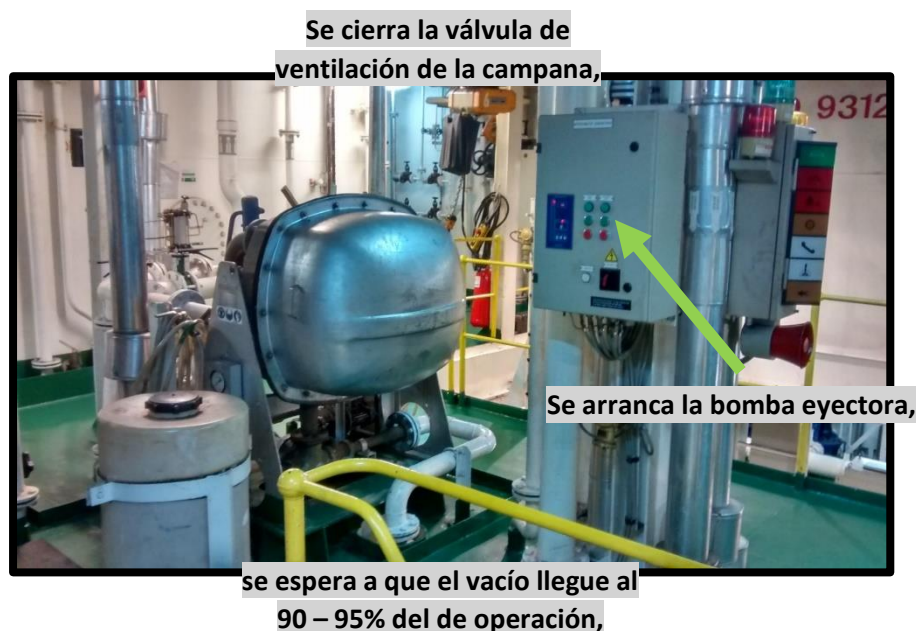
Una vez que el generador de cola está conectado al bus bar 3 se arrancan los power packs, uno a la vez y esperando a que se estabilice, pues estos consumen mucha corriente en el arranque: 6000 A. Una vez los cuatro power packs se han puesto en servicio y todo se encuentra funcionando de forma normal se transfiere el control de la máquina principal y la hélice de proa (bow thruster) al puente de mando. Durante toda esta operación se debe prestar especial atención a la caldera compuesta, pues ya que la máquina estaba parada se encontraba operando con quemador, y debido a los gases de escape de la máquina principal la presión en la caldera aumenta, una vez la presión de vapor dentro de ella alcanza los 6 bar se debe apagar el quemador.

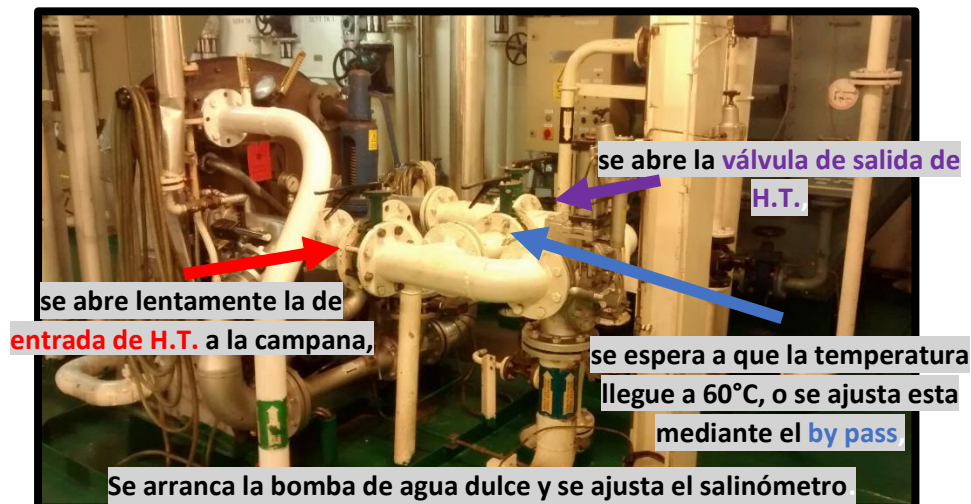
Una vez que las máquinas han quedado listas para la maniobra el ingeniero de guardia debe quedarse en stand by en la consola, en caso una situación que requiera de su atención se presente, durante toda la maniobra hasta que el puente de mando avise el Inicio de la travesía (S.O.S.P.), con el cual se hacen unos preparativos para alistar la máquina para la navegación en altamar: Se paran los power packs y se transfiere el suministro eléctrico de los grupos electrógenos al generador de cola, para esto, se cierra el disyuntor Q901 y se abren los disyuntores de los generadores que se encontraban

conectados, Q401, Q501 y/o Q1001, una vez desconectados automáticamente los generadores pasan a un periodo de enfriamiento (cool down) y luego se paran automáticamente, por lo que todo el suministro eléctrico del buque se obtiene del generador de cola, además de estas operaciones, en caso sea oportuno y necesario, se pone en marcha al evaporador.

3.4.1.1 Puesta en funcionamiento de la evaporadora

A bordo tenemos tres tanques en los que se puede almacenar agua dulce, tanto para consumo humano como para las maquinarias: un tanque de agua potable y dos tanques de agua técnica, estos tres pueden ser abastecidos tanto en puerto, como mediante la evaporadora. Antes de poner la evaporadora en servicio debemos asegurarnos de que el sistema de llenado del tanque se encuentre alineado de tal forma que la bomba descargue el agua dulce al tanque que se pretende llenar y no a otro, una vez comprobado y alineado se realiza lo siguiente:





Gráfica 4 Puesta en marcha de la evaporadora.
Elaboración propia, fuente: Manual de Alfa Laval.

Antes de arrancar la bomba de agua dulce debemos asegurarnos de que hay agua condensada, de lo contrario esta operará seca y causará daños en la bomba. Además de llenar los tanques de agua dulce ya mencionados se suele llenar también el tanque de drene de la caldera, ya que no hay un sistema de tuberías predisuestas para esto se usa la manguera que se ve en la gráfica N°4.

Hay que tener en cuenta, como ya antes mencionado, que la evaporadora sólo puede ser puesto en funcionamiento si la carga de la máquina principal es mayor a 50%, esto debido a que el evaporador dentro de la campana es considerado un enfriador para la máquina, pues en él el agua H.T. es enfriado directamente por agua de mar fría, lo que puede producir una caída de temperatura en la máquina principal que no podrá ser compensada por la válvula automática de control de la temperatura de H.T..

Luego de poner en servicio la evaporadora, se le agrega una pequeña cantidad de químico, con el fin de evitar que se formen incrustaciones, carbonato de calcio, en los platos de los intercambiadores, para esto se usa un químico a base de compuestos de polisulfato, el cual se dosifica en un pequeño tanque, mezclándose con agua potable y luego es

succionado por el agua de mar que entra al evaporador. Este químico no es dañino para la salud en dosis moderadas.

3.4.2 Recirculación y calentamiento de la carga

Si el buque se encuentra llevando carga en sus tanques esta se debe de recircular, pues se trata de petróleo poco refinado que contiene impurezas, las cuales se puede sedimentar en el fondo de los tanques si la carga se encuentra estática; y la carga además se calienta (siempre y cuando el chárter lo haya requerido) a la temperatura necesaria para su descarga en el siguiente puerto.

El primer oficial de cubierta avisará al departamento de ingeniería si se requiere recircular la carga, para lo cual el ingeniero arrancará los power packs e informará al primer oficial de cubierta que ya puede hacer uso de ellos, luego el primer oficial de cubierta y el bombero se encargan de arrancar las bombas *FRAMO* y alinear el sistema de tuberías del tanque para llevar a cabo la recirculación.

Si es el caso de que se requiera elevar la temperatura de la carga, calentarla, el primer oficial de cubierta pedirá a los ingenieros que operen la caldera compuesta con el quemador en una tobera, además de los gases de escape, o si no es suficiente pedirá que el quemador trabaje con las dos toberas del que dispone. Si aun así el vapor producido por la caldera compuesta no es suficiente para elevar la carga a la temperatura necesaria se procede a arrancar la caldera auxiliar.

3.4.2.1 Arranque de la caldera auxiliar

La caldera puede ser arrancada en modo automático y manual, siendo más común arrancarla en modo automático; cuenta con un sistema de control y P.L.C.'s, además de varios dispositivos de seguridad que le permiten operar de forma completamente automatizada y segura. La secuencia de arranque da inicio al mover la perilla que controla el quemador de OFF a AUTO, luego la secuencia de arranque procede de la siguiente manera:

- Se arranca el ventilador (windbox), el cual suministra aire al horno para purgarlo,
- se arranca el motor del quemador,
- se purga el horno durante varios minutos a máxima carga de aire,
- la bomba del pilot burner suministra diesel a la llama piloto,
- el electrodo del pilot burner es energizado, lo que produce una chispa que enciende el diesel que es inyectado por una tobera,
- una vez se energiza el electrodo el sistema monitorea la presencia de llama en el horno,
- si la llama es correcta se admite el combustible al quemador principal,
- el sistema realiza una comprobación de la llama en el quemador y si este es correcto continúa suministrando combustible al quemador.

La caldera arranca con una carga mínima, si se necesita mayor cantidad de vapor (mayor carga) (esta carga puede ser controlada manualmente. De esta forma la caldera auxiliar es puesta en servicio, una vez que la presión dentro de la caldera auxiliar ha aumentado se abre la válvula principal de descarga de vapor, que se encuentra en el tope de la caldera, la cual se aprecia en la figura 40 (B).



(A)



(B)

*Figura 40 Componentes de la caldera auxiliar.
(A) Panel de control, (B) Válvula de descarga de vapor.
Fuente propia.*

Una vez realizado esto, y que la presión dentro de la caldera auxiliar sea estable, se apaga el quemador de la caldera compuesta. La caldera auxiliar seguirá trabajando de forma intermitente, arrancando y parando según la presión dentro llegue a los límites establecidos en su P.L.C., arranca en 3.2 bar y para en 7.5 bar aproximadamente.

3.4.3 Preparación para arribo

La preparación para el arribo varía según el buque esté cargado o en condición de lastre, siendo un poco más compleja en condición de carga calentada.

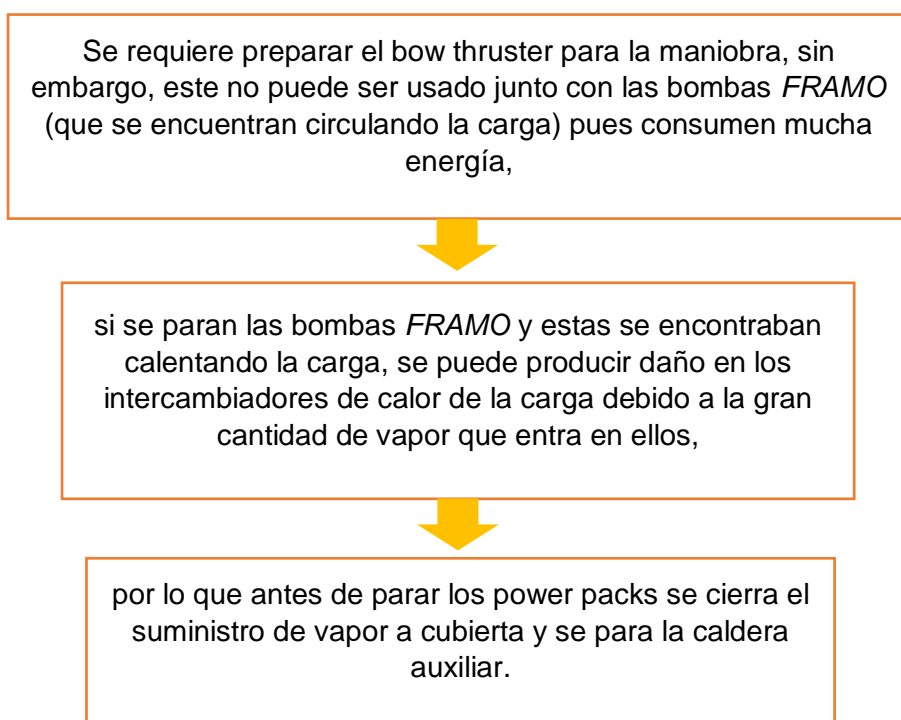
3.4.3.1 Arribo en condición de lastre

El oficial de puente informa Una Hora de Aviso al ingeniero de guardia antes de que el práctico embarque si se entrará directamente al puerto (Berthing On Arrival), o antes de tirar ancla si se fondea un tiempo antes de entrar a puerto, el ingeniero informa al jefe de ingenieros, luego se procede a preparar lo necesario para parar máquina una vez se acaba la maniobra. Lo primero en hacer es parar la evaporadora, si esta se encontraba en operación, luego, arrancar dos grupos electrógenos para transferir el suministro de energía, una vez los grupos electrógenos se encuentran listos para recibir carga se procede a transferir el suministro de energía para los servicios del buque desde el generador de cola a los generadores, esto suele ser realizado por el jefe de ingenieros, para esto se conecta el disyuntor del grupo electrógeno número 3, Q1001, al bus bar e inmediatamente se desconecta el disyuntor Q901, por lo que toda la carga se ha transferido al generador 3, luego de esto se conecta el disyuntor del otro grupo electrógeno que se encuentra operativo, Q401 o Q501, para compartir la carga que se encuentra en el generador 3, una vez realizado esto se arrancan los power packs, si son requeridos por puente para maniobrar, los cuales son suministrados de energía sólo desde el generador de cola, luego de esto la sala de máquinas está lista para Fin de la travesía, los ingenieros permanecen en stand by en la consola, durante la maniobra hasta que el puente de mando indique

Finished With Engine, con lo cual se procede a parar la máquina principal y prepararla para stand by.

3.4.3.2 Arribo en condición de carga

A diferencia de la condición anterior, los tanques se encuentran llenos y las bombas *FRAMO* se encuentran recirculando e incluso calentando la carga mediante la caldera auxiliar, por lo que se hace un procedimiento adicional para detener la circulación de la carga, pues los power packs pasarán a accionar el bow thruster, y este no puede ser usado junto con las bombas *FRAMO* pues consume mucha energía del sistema hidráulico, esto se resume a continuación:



*Gráfica 5 Requerimientos para parar los power packs.
Elaboración propia, fuente: operaciones en el buque.*

Una vez el ingeniero de guardia recibe One Hour Notice procede de esta manera:

- Informa al jefe de ingenieros,
- reduce la carga de la caldera auxiliar, la producción de vapor, al mínimo,
- cierra la válvula de suministro de vapor a cubierta (a los calentadores de carga),

- para la caldera auxiliar, e inmediatamente cierra la válvula de descarga de vapor para que la presión dentro de la caldera no caiga abruptamente y la caldera se mantenga caliente,
- abre la válvula de descarga de la caldera compuesta para abastecer de vapor a los requerimientos de la sala de máquinas, la producción de esta caldera es menor en comparación con la auxiliar,
- una vez las presiones de las calderas se estabilizan informa al primer oficial de cubierta para que paren las bombas *FRAMO*,
- una vez se paran las bombas *FRAMO*, se procede de la misma manera que en el caso anterior, es decir, transferir el suministro de energía a los grupos electrógenos, parar la evaporadora, preparar el bow thruster, etc.

3.4.4 Parada y puesta en stand by de la máquina principal

Una vez concluida la maniobra y que el buque se encuentre pegado a muelle el capitán en el puente de mando devolverá el control de la máquina principal al jefe de ingenieros, una vez se recibe el control de la máquina principal se procede de la siguiente manera:

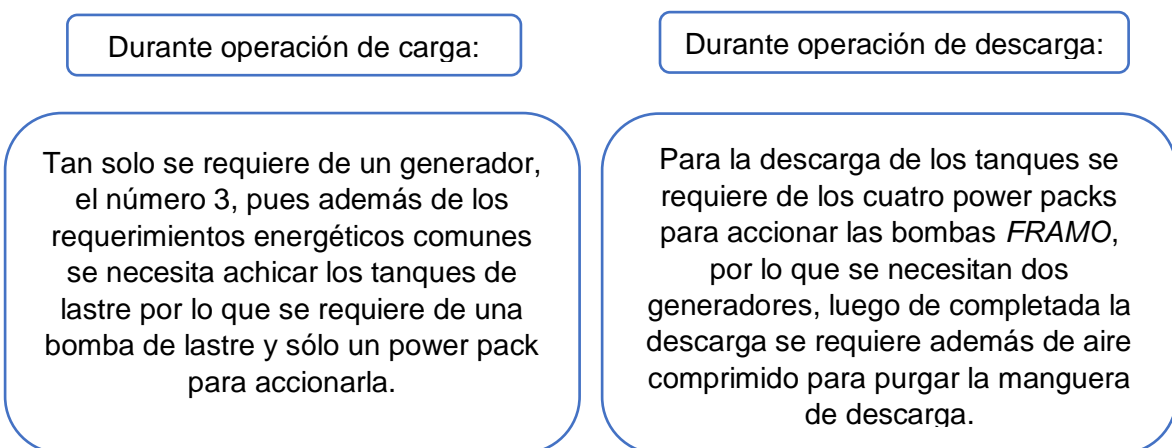
- Mientras que la máquina pasa por una etapa de enfriamiento, se para los power packs,
- se desconecta el generador de cola del bus bas 3,
- se des-excita el generador de cola,
- se empieza a reducir las RPM de la máquina con ayuda de la interface del *Alphatronic 2000*, de 20 en 20 RPM, dando tiempo para que la máquina se enfríe,
- una vez se ha reducido la velocidad hasta los 380 RPM se desconecta el P.T.O. clutch,
- se sigue reduciendo la velocidad hasta los 340 RPM a la cual se desconecta el Main clutch,

- se continúa reduciendo la velocidad hasta llegar a las 300 RPM, luego se para la máquina mediante el panel de control,
- al parar la máquina las bombas de stand by arrancarán de forma automática,
- una vez arrancadas las bombas stand by, se abren los indicator cocks de la máquina,
- se conecta el virador eléctrico y se empieza a virar el cigüeñal, dos revoluciones,
- una vez virado el motor se espera a que las bombas stand by paren por sí solas, mientras esto pasa se procede a arrancar la caldera compuesta,
- luego de que la bomba stand by de H.T. pare se arranca el precalentador,
- si el requerimiento de energía puede ser suministrado por un solo generador se procede a parar uno de ellos.

Una vez que el ingeniero de guardia ha dado una ronda por la sala de máquinas, ha comprobado que todo trabaja de forma correcta y habla con el primer oficial de cubierta para saber de los próximos requerimiento para la operación de carga / descarga, la sala de máquinas queda lista para pasar al modo U.M.S.

3.4.5 Preparación para carga / descarga

Los requerimientos de los oficiales de cubierta durante las operaciones de carga o descarga varían según qué operación se lleva a cabo:



*Gráfica 6 Requerimientos para carga / descarga
Elaboración propia, fuente: operaciones en el buque.*

Durante la operación de descarga se debe tener un monitoreo de los grupos electrógenos ya que, dependiendo de la potencia de bombeo que los oficiales de cubierta ajustan en las bombas *FRAMO*, los grupos electrógeno pueden sobrecargarse, si este es el caso, basta con arrancar un generador más para compartir la carga entre los tres generadores.

3.4.6 Operación en clima frío

Durante la época de diciembre a abril, dependiendo de en qué área nos encontremos, cabe la posibilidad de navegar en aguas congeladas y con hielo flotando sobre su superficie, especialmente en el mar báltico. Sin embargo, el buque se encuentra diseñado para una segura navegación en hielo, menor a un año de formación, además de estar equipado para que las formaciones de hielo no sean un problema para los sistemas de enfriamiento de las máquinas.



*Figura 41 Interior del Deck Trunk.
Fuente propia.*

Una de las características principales para su navegación en clima frío es que el barco cuenta con un pasadizo de cubierta (Deck Trunk), por él circulan todas las tuberías que transportan la carga o cualquier otro fluido que deba ser protegido del ambiente frío, este espacio cuenta además con calefacción si en caso es necesario calentar el aire en él.

Otra de las características es que, como ya antes mencionado, el buque cuenta con box coolers, estos enfriadores no requieren de bombas, filtros ni tomas de succión para disipar el calor en los sistemas de agua dulce, por lo que no existe el problema de que el hielo se

acumule en las tomas de agua o en los filtros, lo que obstruiría las tomas y produciría sobrecalentamiento en los sistemas de enfriamiento debido al mal intercambio de temperatura, por falta de agua de mar. El hielo, a diferencia del agua, es un mal conductor del calor, por lo que si una capa de este se acumula sobre el box cooler puede reducir la eficacia del intercambio de calor, para esto los espacios en los que se encuentran los box coolers están equipados con un sistema de inyección de vapor y otro de aire comprimido, con lo que periódicamente se puede purgar y eliminar el hielo acumulado sobre las superficies de estos intercambiadores.



*Figura 42 Box cooler removido durante dique.
Fuente propia.*

Sin embargo, la operación en clima congelado no difiere mucho, en sala de máquinas, al de un clima normal, una de las consideraciones que debemos tener es observar que la temperatura de los sistemas de agua dulce, tanto H.T. como L.T., no descieran de los valores permitidos, si esto pasa, se puede controlar estrangulando las válvulas de entrada a los box coolers o también cerrándolas por completo.

3.4.7 Abastecimiento de combustible

El operador es el encargado de abastecer a la embarcación del combustible necesario para realizar las navegaciones planeadas por él, la operación de abastecimiento suele realizarse una a dos veces por mes, y las cantidades a almacenar dependen del operador en consideración con lo solicitado por el jefe de ingenieros y con la capacidad de

almacenamiento con la que contamos en ese momento, esta suele ser de 120, 200 o 240 TM, de Combustible pesado con contenido de azufre ultra bajo (U.L.S.H.F.O.), además cada cierto tiempo también nos abastecemos de diesel en cantidades mucho menores, pues nuestros tanques de almacenamiento de diesel tienen una capacidad máxima de 56 m³, una vez el operador llega a un acuerdo con el proveedor informa al jefe de ingenieros la cantidad a abastecer, la operación se realiza por todo el personal del departamento de ingeniería, según lo establecido en el manual de gestión de la seguridad de la compañía (Harren & Partner, 2015):

- El jefe de ingenieros se encarga de realizar la documentación necesaria y completar los documentos y checklist pertinentes antes, durante y después de la operación, estos son:
 - Formato HP 605 (checklist para operación de abastecimiento), se realiza un día antes de la operación.
 - Formato HP 607 (checklist para seguridad de la operación), se llena junto con el representante del proveedor, antes de conectar la manguera.
 - Formato HP 610 (plan de abastecimiento), se completa un día antes de la operación,
 - Formato HP 252 (permiso para pequeñas embarcaciones abarloadas)
 - Formato HP 208A (evaluación de riesgos del trabajo)
 - Formato HP 255 (permiso para trabajo en frío);
- se realiza una reunión con el personal encargado de realizar la operación de tal forma que se les instruye acerca de sus funciones a realizar,
- el tercer ingeniero toma sonda de todos los tanques de almacenamiento,
- se cierran los imbornales en cubierta, el jefe de ingenieros se asegura personalmente de que esto se haya realizado,
- el tercer ingeniero alinea el sistema de tuberías según el tanque se planea llenar,
- se contacta a cubierta para que enarboles la bandera BRAVO,

- se llevan mangueras contra incendios y extintores a el manifold donde se conectará la manguera de abastecimiento, además de tener preparado el equipo SOPEP,
- se prepara la brida en donde se conectará la manguera, para ello se pone un contenedor metálico debajo de la brida, se traen trapos limpios, las herramientas necesarias, y una botella para extraer la muestra,
- se establece comunicación entre el barco y la barcaza que proveerá el combustible,
- se cuelgan cerca al manifold letreros de NO FUMAR,
- se procede a conectar la manguera, y una persona queda designada a hacer guardia en el manifold,
- el tercer ingeniero toma sondas constantemente de los tanques que están siendo llenados,
- cuando el tanque se encuentra a un 85% de su capacidad se comunica a la barcaza para que reduzcan el ratio, topping off,
- ningún tanque se debe llenar a más de 98% de su capacidad,
- una vez se confirma que la cantidad recibida es la adecuada el jefe autoriza la desconexión de la manguera, esta se debe llevar a cabo con cuidado, previniendo algún derrame, mientras que se retira la botella colectora de muestra y se vierte su contenido en los envases respectivos.

Las muestras tomadas se almacenan en cuatro botellas, una se entrega a la barcaza proveedora, otra se manda a un laboratorio para ser analizado y dos de estas se almacenan en el buque, una para ser analizado por las autoridades correspondientes y verificar que el contenido de azufre en el combustible está entre los límites establecidos. Antes de empezar a usar el combustible recién almacenado debemos esperar los resultados del análisis de laboratorio realizado, como el mostrado en la figura N°43, con el fin de tener conocimiento de a qué temperatura se debe de calentar para tener la viscosidad apropiada para los equipos, entre otras características del combustible.

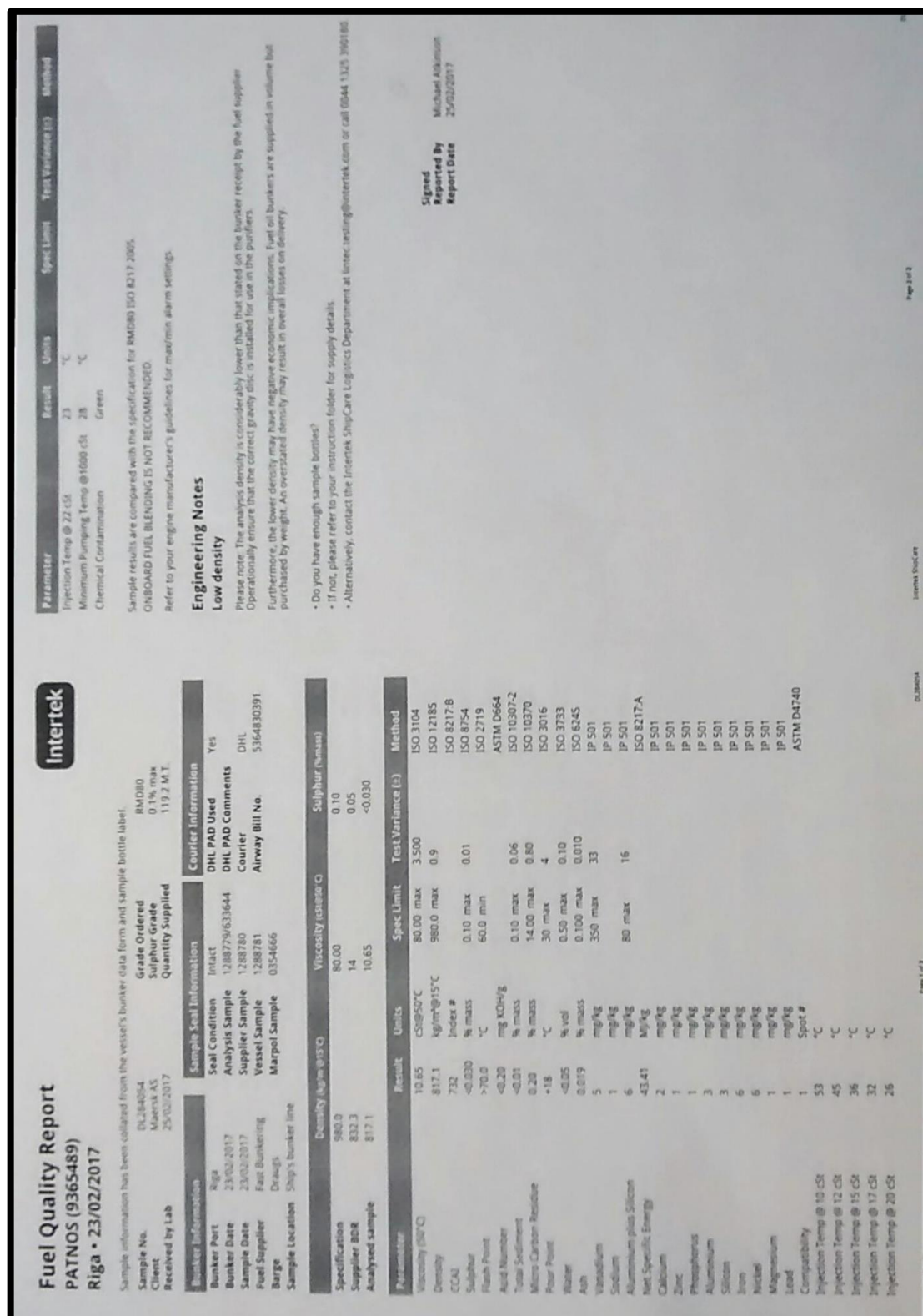


Figura 43 Resultados del análisis de combustible
Fuente: laboratorio INTERTEK.

3.4.8 Abastecimiento de aceite a granel

El buque cuenta con un manifold en el que se encuentran distintas válvulas según el tipo de aceite a almacenar, en sistemas aislados, que dirigen el aceite directamente desde el manifold hasta el tanque a llenar, esto pueden ser: aceite de la máquina principal (dos tanques), aceite de los grupos electrógenos, aceite hidráulico para el C.P.P., aceite para la caja reductora, aceite hidráulico para el sistema *FRAMO*.

Para realizar esta operación el jefe solicita a la oficina la cantidad necesaria, y el proveedor envía el aceite mediante una barcaza, se conecta la manguera suministrada por la barcaza y se inicia el abastecimiento, este suelen ser cantidades muy pequeñas, 8.00 a 25.00 m³, por lo que esta operación suele ser corta, una vez almacenada la cantidad requerida se desconecta la manguera y se cierra la válvula en el manifold.

3.4.9 Descarga de lodos

Esta operación se realiza, en promedio, cada mes y medio en los puertos en los que se dispone de las instalaciones apropiadas para la recepción de lodos. Antes de llegar al puerto el jefe de ingenieros debe dar un estimado de qué cantidad se planea descargar y de qué está compuesto el lodo (residuos oleosos, agua)

Un día antes de la operación se calientan los tanques a descargar, estos pueden ser: el tanque de lodos, el tanque de drenes de aceite, el tanque de sentina, mediante vapor. Una vez el jefe de ingenieros y el representante de la instalación en la que se dispondrá los lodos llegan a un acuerdo con la operación, se conecta la manguera al manifold de descarga y se da inicio a la operación al arrancar la bomba de descarga de lodos ubicada en sala de máquinas, con esta bomba se pueden descargar los tres tanques antes mencionados, durante la descarga se toman sondas constantemente y se hace guardia cerca de la bomba de descarga para asegurar que funciona de forma normal, mientras que otro miembro hace guardia en el manifold. Una vez se acaba con un tanque se alterna al otro hasta vaciar todos los tanques.

Una vez se concluye con la descarga se realiza un sondeo final en los tanques, y el representante de la instalación expide una boleta al jefe de ingenieros en donde declara la cantidad de lodos recibida, se desconecta la manguera y se devuelve a la instalación previniendo cualquier derrame del contenido dentro de la manguera

3.4.10 Recepción de repuestos

Constantemente a bordo se piden repuestos para llevar a cabo los trabajos requeridos de mantenimiento y reparación, además de que cada cierto tiempo, trimestral, se realiza una requisición de consumibles, no solo para sala de máquinas, sino también para el departamento de cubierta, puente, y la acomodación. Los repuestos son enviados a bordo en el puerto en el que sea conveniente proveerlos. Una vez que los repuestos han sido recibidos a bordo nos encargamos de almacenarlos de manera segura, de forma que estén disponibles y en buenas condiciones para cuando requieran ser usados.



*Figura 44 Repuesto de bomba de agua de la caldera.
Fuente propia.*

CAPÍTULO 4

EXPERIENCIA Y TRABAJOS REALIZADOS A BORDO

Lo que relato a continuación es la experiencia que tuve dando mantenimiento y reparación a los equipos y sistemas encontrados a bordo, así como también relato otras actividades que me dieron mayor conocimiento y me servirán a la hora de desempeñarme como oficial de máquinas.

4.1 Experiencia en dique

En los años 2015 y 2016 los buques tanqueros de la compañía ingresaron a dique para realizar trabajos de mantenimiento e inspecciones de clase, tuve la oportunidad de estar en dique con los buques MT Patricia y MT Patagonia.

4.1.1 Dique de MT Patricia

En el mes de octubre del año 2015, luego de zarpar de Rotterdam, en donde embarqué, este buque se dirigió a Landskrona, Suecia, para entrar a dique en las instalaciones de *Oresund Drydocks AB*, la operación de entrada a dique se realizó durante la noche y en la mañana siguiente se iniciaron los trabajos de mantenimiento programados, antes de llegar a dique todas las maquinarias que se encontraban trabajando con H.F.O. fueron cambiadas de suministro a diesel: Máquina principal, grupos electrógenos, y ambas calderas. Una vez dentro de dique se procedió a drenar el agua de la máquina principal, el combustible dentro de él, se procedió a pasar el suministro eléctrico de los grupos

electrógenos a suministro de tierra para luego drenarse el agua y combustible de los generadores.

En la máquina principal se desmontaron por completo las unidades, se midió la deflexión del eje cigüeñal, se hizo mantenimiento general (overhaul) a las bombas de inyección, la válvula principal de aire, válvula de inyección, bombas acopladas de H.T. y de aceite, renovación de los anillos del pistón y de todas las empaquetaduras, se procedió a dar mantenimiento general al alternador de generador de cola, entre otros trabajos. Se dio un overhaul completo a los grupos electrógenos y a sus respectivos alternadores, se hizo una instalación de un nuevo caudalímetro en la unidad booster, entre otros trabajos más. Como experiencia puedo mencionar que en esta estadía en dique se hizo un cambio del gobernador de la máquina principal, el mismo que quedó trabajando con algunas observaciones debido a que no regulaba bien la velocidad y la carga de la máquina. Aún con esta dificultad el buqué zarpó a las dos semanas para realizar operaciones comerciales.

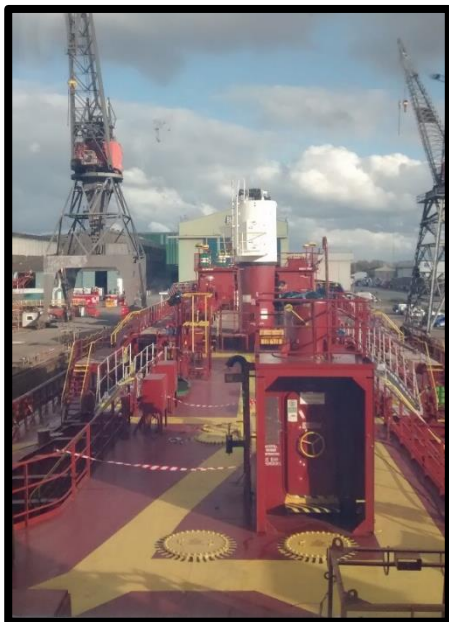
También se realizaron trabajos en la parte externa del buque como el arenado y pintado del casco y en menos de dos semanas el buqué salió de dique y atracó en un muelle cercano, asistido por remolcadores, pues aún no se habían completado los trabajos en la máquina principal, durante este periodo se hicieron las inspecciones de clase en los equipos para renovar certificados, por ejemplo: en la caldera para verificar que esta paraba de forma automática a los 10 bar y que sus válvulas de seguridad funcionaban correctamente.

4.1.2 Dique de MT Patagonia

De forma similar a mi embarque previo, MT Patagonia se dirigió a dique luego de zarpar de Rotterdam, el puerto en donde embarqué, esta vez la operación de dique fue llevada a cabo en las instalaciones del astillero *Fayard* en Munkebo, Dinamarca. El buque arribó a dique el día 4 de abril del 2016 y atracó a un muelle proporcionado por el astillero, donde

se comenzaron con los trabajos de mantenimiento en la máquina principal, se removieron las culatas, asimismo se hizo overhaul en el grupo electrógeno número 3, en el generador de cola, y el desmontaje de las bombas acopladas de H.T. y aceite, entre otros trabajos que se iniciaron en cubierta, como el mantenimiento a las bombas *FRAMO*, inspección de los monitores de espuma contra incendio, y otros.

A los dos días el buque entra a dique con ayuda de remolcadores, una vez en dique recibe el suministro eléctrico de tierra, además de agua de refrigeración para la planta frigorífica. Luego de achicar el agua dentro del dique se comenzó a inspeccionar la condición del casco, además de realizar trabajos de pintura en él.



(A)



(B)

Figura 45 MT Patagonia en dique.

(A) Los trabajos de mantenimiento se iniciaron desde antes de entrar a dique, (B) Trabajo de pintura en el casco.

Fuente Propia.

Un trabajo adicional en este buque fue el cambio de uno de los box cooler, pues tenía fugas por las que se perdía agua del sistema de H.T. hacia el mar, al remover la tapa se encontró que había sido taponeado varias veces, como se muestra en la figura N°46 además se encontró que la superficie de intercambio de calor se encontraba cubierto por incrustaciones debido a que el sistema antifouling no funcionaba correctamente.



(A)



(B)

Figura 46 Intercambiador de calor dañado.

(A) Incrustaciones en la superficie de intercambio de calor, (B) Tuberías taponeadas en el intercambiador.

Fuente propia.

Se realizaron diversos trabajos como: desmontaje de las unidades de la máquina principal y del grupo electrógeno número 3; desmontaje del turbocompresor de la máquina principal y generadores; limpieza del enfriador de aire de carga; desmontaje de las bombas de inyección, inyectores; cambio de los anillos del pistón de la máquina principal y generadores; overhaul en los gobernadores de la máquina principal y generadores.

Todo el trabajo de mantenimiento hecho en la máquina principal fue llevado a cabo por el personal del astillero, a diferencia de otras operaciones de dique, en años anteriores, en los que la compañía mandaba técnicos especializados del fabricante del motor, *MAN B&W*, para llevar acabo el mantenimiento en él.



(A)



(B)



(C)

*Figura 47 Overhaul en la máquina principal y grupos electrógenos.
 (A) y (B) Desmontaje de las unidades de la máquina principal, (C)
 Desmontaje del grupo electrógeno N°3.
 Fuente propia.*

Se realizó el manteamiento de los alternadores, tanto de los grupos electrógenos como del generador de cola, además de otros trabajos en otros sistemas, como cambio del calentador eléctrico de la unidad booster, instalación de una brida en el sistema de agua técnica, cambio de los ánodos y células de referencia del sistema de corriente impresa (I.C.C.P.); mantenimiento en el sistema antifouling; overhaul de los motores eléctricos, limpieza de los enfriadores de aceite; otros.

Mientras que en el casco se realizaban los trabajos de pintura también se llevaba a cabo el desmontaje y mantenimiento de la cadena del ancla, limpieza, lavado y pintado del túnel del bow thruster, cambio de los ánodos de sacrificio, pintado de las marcas de calado, marcas de remolque, inspección de la pala, limpieza de los box coolers.



*Figura 48 Inspección y limpieza de los áreas de box cooler.
Fuente propia.*

Se realizó el pulido de las palas de la propela hasta obtener el acabado equivalente a ISO R484 – 1981 Clase 1, mostrado en la figura N°49, así como pruebas no destructivas (Tinte penetrante) para detectar alguna posible fisura en las aspas, se drenó el aceite del sistema de paso variable (C.P.P.) para verificar los sellos de las palas, se drenó además el aceite en el sistema del Stern tube para cambiar el aceite y cambiar los sellos, también se hizo el pulido en la propela del bow thruster, así como el overhaul del motor hidráulico que lo actúa.



*Figura 49 Pulido de la hélice.
Fuente propia.*

En cubierta se realizó la inspección de los equipos de salvamento: el mecanismo de liberación bajo carga del bote salvavidas y el bote de rescate, además se bajó el bote salvavidas a tierra para ser revisado y darle mantenimiento de forma segura, se revisó el pescante del bote de rescate una vez se bajó el bote para su mantenimiento, se inspeccionó el sistema de aspersores de la cocina, el sistema de liberación de CO₂, en él se desmanteló e inspeccionó las válvulas principales, además se probó el manifold de las botellas a una presión de 60 bar, se midió el S.W.L. (Safe Working Load) de todas las grúas tanto en cubierta como en sala de máquinas, además de los tecles (Chain Hoist) de sala de máquinas, se expidió los correspondientes certificados. Se desmontó los motores hidráulicos de los cabrestantes, además de instalar una barrera de protección para el operario de los cabrestantes, se desmontó y se hizo mantenimiento de las válvulas P/V de los tanques de carga, así como la calibración de todos los sensores de nivel de tanque y el sistema de operación remota de válvulas (remote valve operation) de los tanques a cargo de un especialista del fabricante (*Emerson*).

Se realizaron pruebas de presión en el manifold y líneas de carga, esta fue realizada con agua a una presión de 19.5 bar, estas pruebas también se realizaron para los reductores y tuberías que se conectan al manifold, también se realizó prueba de presión en las líneas usadas para el abastecimiento de combustible, esta se realizó mediante aire comprimido a

19.5 bar, una vez aprobadas estas pruebas de forma satisfactoria se expidieron los respectivos certificados.



*Figura 50 Trabajo de pintura concluido.
Fuente propia.*

El día 12 de abril se inició con los preparativos para dejar dique, para lo cual los grupos electrógenos se encontraban ya montados, se llenaron de aceite, agua y fueron probados para suministrar energía eléctrica al buque, se vació el tanque de lodos, se llenó el reservorio de aceite del bow thruster, el C.P.P., Stern tube, se llenó de agua las calderas. Una vez se concluyó con el mantenimiento del casco el buque salió de dique y pegó a muelle para terminar con los últimos trabajos previo a su zarpe, se inició con el montaje la máquina principal, se arrancó las calderas para realizar la respectiva inspección de clase, en la inspección se probó la parada automática a 10 bar, además de correcto funcionamiento de las válvulas de seguridad, se probaron las alarmas de los grupos electrógenos, auto arranque del generador de emergencia entre otros, al día siguiente se terminó con el montaje de la máquina principal, se hizo las respectivas pruebas y al otro día el buque zarpó hacia Hamburgo.

4.2 Trabajos de mantenimiento

A bordo de la flota se lleva un mantenimiento preventivo, se cuenta con el sistema *Sertica*, que nos permite hacer cronogramas de los trabajos a realizar según las horas de funcionamiento de los equipos; además periódicamente se suelen tomar muestras de

aceite de las máquinas, esto con el fin de realizar análisis de laboratorio para conocer la condición en la que se encuentran. La mayor cantidad de trabajos realizados a bordo suelen ser de mantenimiento correctivo. Cada equipo o maquinaria requiere de distintos trabajos de mantenimiento realizados con cierta frecuencia:

4.2.1 Máquina principal

El mantenimiento realizado en la máquina principal por parte de la tripulación de máquinas no suele ser frecuente. En caso surja la necesidad de realizar una reparación importante en la máquina, se coordina con la oficina el momento correcto para hacerlo, pues por regulaciones en los puertos no se permite hacer alguna operación que inhabilite a la máquina principal y por lo tanto el zarpe del buque, debido a esta regulación, antes de realizar cualquier operación importante en la máquina principal se debe coordinar con la oficina para que la autorice.

4.2.1.1 Reemplazo de las bombas de inyección

Uno de los trabajos de mantenimiento que realizamos a bordo fue el cambio de las bombas de inyección, seis de estas, se realizó cuando el buque se encontraba fondeado previa autorización de la oficina (una bomba en cada situación de fondeo). Para el cambio se procedió con la siguiente secuencia: una vez parada la máquina, se cierra las válvulas y recircula el combustible, de tal forma que no sea suministrado a la máquina principal, se drena el combustible que queda dentro de la máquina, al mismo tiempo que se vira el cigüeñal hasta que el eje de levas no haga presión sobre el muelle de la bomba de inyección, de lo contrario la energía acumulada en él haría peligroso y difícil aflojar las tuercas que sujetan la bomba, una vez drenado el combustible se procede a abrir las tuberías de suministro y retorno conectados a las bombas, aflojar las tuercas, sacar la tubería de suministro a la culata, y todas las tuberías que se conectan a la bomba.

Una vez realizado se procede a retirar la bomba con ayuda de la grúa y un tecele, luego se instala la bomba nueva y se conectan las tuberías necesarias, el ajuste de los pernos y tuercas se hace según lo especificado por el fabricante, al torque indicado, una vez instalada, se suministra combustible a la máquina, y se prepara para ser arrancada e inspeccionar la bomba recién instalada. Si la bomba no presenta ninguna fuga y los parámetros de la máquina, las temperaturas de los gases de escape, son correctos, el trabajo se considera concluido, la bomba retirada se lleva al pañol de repuestos para ser dispuesto a tierra posteriormente.



(A)



(B)

*Figura 51 Cambio de bomba de inyección.
(A) Retiro de la bomba, (B) Bomba nueva instalada.
Fuente propia.*

4.2.1.2 Mantenimiento de válvulas de inyección

Otro de los trabajos en los que asistí a bordo fue el de mantenimiento de las válvulas inyectoras, para lo cual contábamos con una válvula adicional que acondicionamos para hacer el cambio en una de las unidades, cambiamos la tobera por una nueva o reacondicionada, ajustamos la presión de abertura a 360 bar, con la ayuda del banco de prueba de inyectores que se muestra en la figura N°52, y la instalamos en una de las unidades, luego, acondicionábamos la que acabamos de sacar y la instalábamos en otro y así sucesivamente hasta cambiar las válvulas de las 6 unidades.



*Figura 52 Banco de pruebas de inyectores.
Fuente propia.*

4.2.1.3 Soplado de ceniza

La acumulación de ceniza, proveniente de la máquina principal, en los tubos de humo (smoke tubes) de la caldera compuesta reducen la transferencia de calor, lo que se traduce en menor eficiencia y mayor consumo de combustible, para evitar este problema, periódicamente se realiza el soplado de ceniza (soot blowing) en la tubería de escape de

la máquina principal, justo antes de la caldera compuesta. Para realizarlo se cuenta con un sistema diseñado para inyectar químico con aire comprimido, de tal forma que cubra toda la superficie que se encuentra con acumulación de ceniza. Lo que hace el químico es reducir la temperatura a la que se funde la ceniza, la cual suele ser de 600°C, a los 280 °C, temperatura que es más fácil de alcanzar por los gases de escape de la máquina, con lo que la ceniza se funde y puede ser expulsada de las tuberías. Este procedimiento sólo se puede realizar en la máquina principal, pues es el único que cuenta con el arreglo necesario, a diferencia de la caldera auxiliar.

4.2.1.4 Lavado de la turbina

Esta tarea se realiza periódicamente, cada 250 horas de operación, para retirar los depósitos de ceniza que se forman en las aspas de la turbina, se siguen las indicaciones del fabricante (MAN Diesel SE, 2007):

- La máquina debe estar trabajando a mínima carga, 25%, durante 10 minutos para estabilizar la temperatura, la cual debe ser menor a 320°C en la salida de la turbina,
- se usa el sistema suministrado por el fabricante para inyectar agua a una presión de 2 a 3 bar,
- se lava durante un minuto,
- se cierra el suministro de agua y se espera a que la turbina seque y la temperatura se estabilice por un minuto,
- se vuelve a realizar este procedimiento la cantidad de veces que se considere necesaria, hasta que el agua que se drena de la turbina no se encuentre sucia.

El ciclo de lavado y secado dará un diagrama como se muestra en la figura N°53, debido a los cambios de temperatura a la salida de la turbina, en este caso se realizaron tres lavados de la turbina.

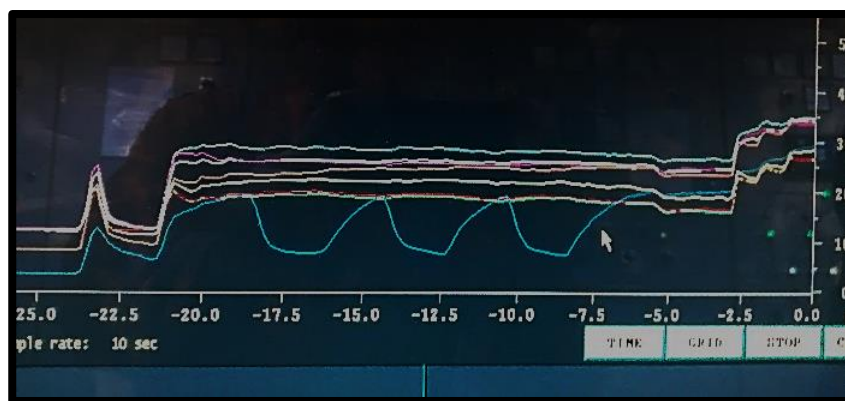


Figura 53 Lavado de la turbina.
Fuente propia.

4.2.1.5 Lavado del turbo-compresor

Para realizar esta operación se cuenta con una botella rociadora (1) especialmente diseñada para suministrar la cantidad necesaria de agua al compresor, el procedimiento es el siguiente:

- La máquina se encuentra trabajando a máxima carga,
- se vierte dos litros de agua en la botella,
- accionar la bomba mediante la manija (4) hasta que la presión de exceso salga por la válvula de alivio (3),
- conectar la manguera (6) de la botella a la conexión (7) en la máquina principal,
- apretar el botón en la válvula manual para liberar la presión dentro de la botella, esto dura aproximadamente 30 segundos,
- dejar secar el compresor antes de reducir la carga de la máquina.

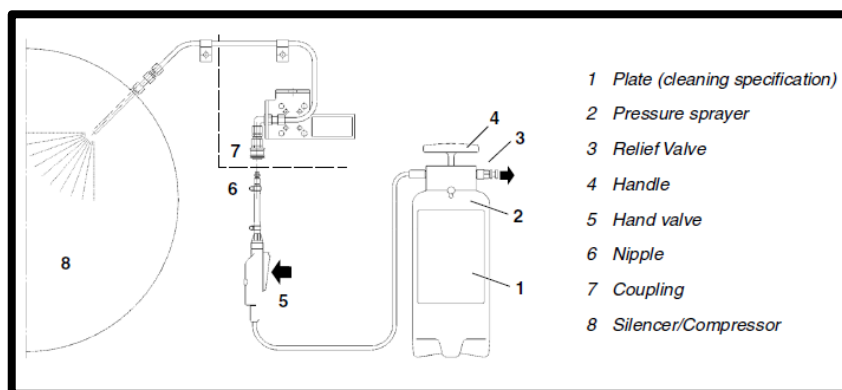


Figura 54 Sistema de lavado del turbo-compresor.
Fuente: MAN B&W instruction manual.

4.2.1.6 Performance test

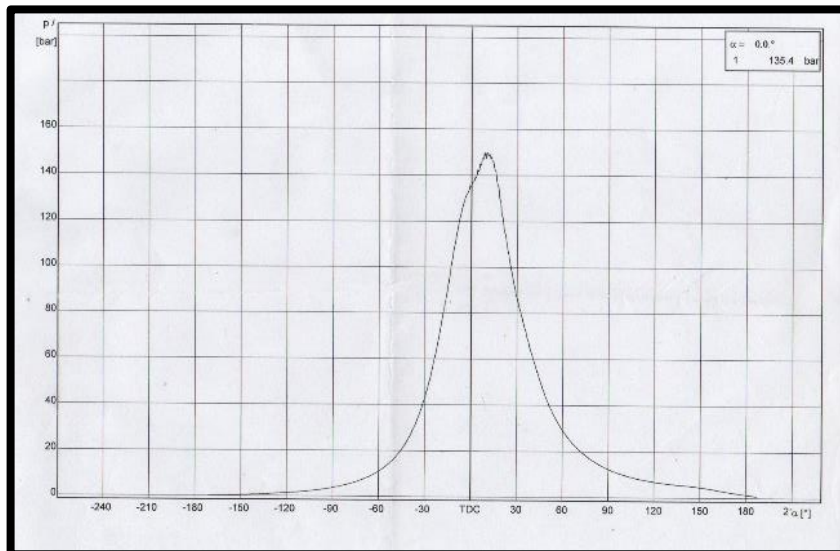
Mensualmente la compañía pide a la flota de buques tanque que lleven a cabo pruebas de performance, tanto para la máquina principal como para los grupos electrógenos. Se realizan a máxima carga del motor, o a un mínimo de 80%, de la siguiente forma:

- Se conecta el dispositivo de medición, el cual cuenta con dos conexiones, uno al Top Dead Center indicator, ubicado en la volante (flywheel),
- el otro se conectará a cada uno de los indicator cocks de las unidades,
- antes de conectar el Peak Pressure Indicator (figura N°55 (A)) al indicator cock se purga la ceniza que se pueda encontrar dentro de la válvula, abriendo y cerrando rápidamente el indicator cock,
- se toma el valor de la presión con el dispositivo, el cual lo almacenará automáticamente en la memoria.

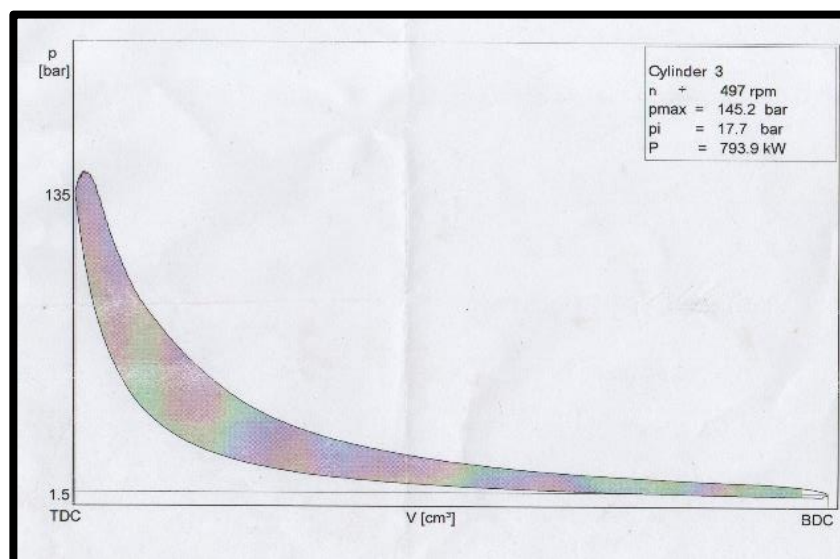
Adicionalmente se requiere anotar otros parámetros como el índice de las bombas de inyección, temperaturas de escape de las unidades, temperaturas y presión de aceite, agua, etc. Al descargar los datos recolectados en el software de la computadora (*Baewert*) este dará los gráficos mostrados en la figura N°55 (B) y (C), en este caso estos resultados perteneces a la unidad número 3. Estos datos son enviados al departamento técnico de la oficina.



(A)



(B)



(C)

Figura 55 Presión dentro de la cámara de combustión.
(A) Peak pressure indicator, (B) Ploteo de la presión pico, (C) Diagrama P-V.

Fuente: (A) www.kistler.com, (B) y (C) Software Baewert.

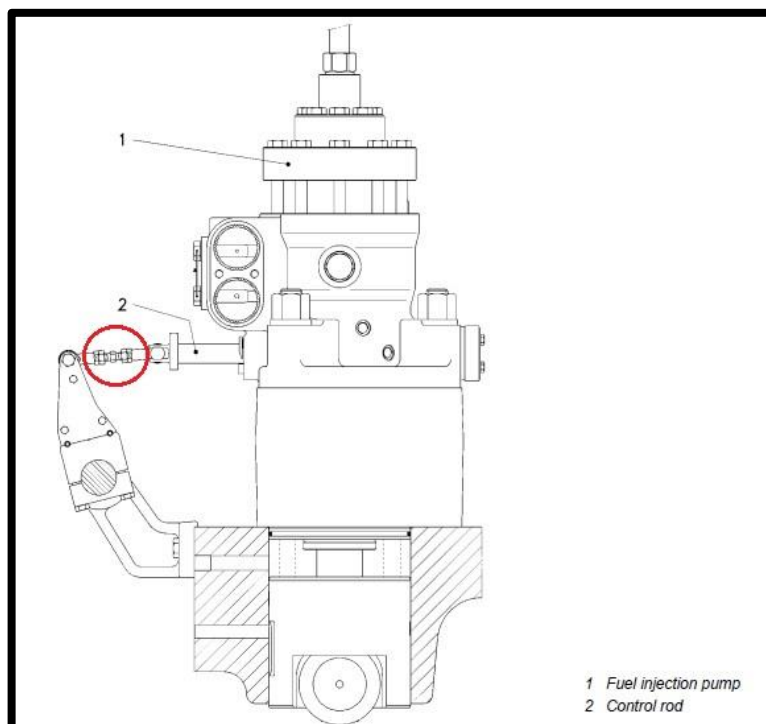
4.2.1.7 Revisión de los rotadores de las válvulas

Se lleva a cabo periódicamente para asegurar que los rotadores de las válvulas de admisión y escape funcionan correctamente. Para realizarlo la máquina principal debe trabajar a baja carga, se abre la cubierta de las culatas, se limpia el aceite que pueda haber encima de los rotadores y se hace una marca con un plumón indeleble, luego se observa

si los rotadores giran o no, estos deberían girar a una velocidad de una revolución por minuto.

4.2.1.8 Ajuste del tornillo tensor de las bombas de inyección

Este ajuste se realiza si se descubre una variación inadmisble en la temperatura de los gases de escape, esto quiere decir que una de las unidades está quemando más, o menos, combustible que las otras. Para solucionarlo se ajusta el tornillo tensor en la bomba de la respectiva unidad, se aflojan los pernos en la articulación que conecta el tornillo al eje del gobernador y se aumenta o disminuye el largo de este tornillo tensor, al aumentar el largo la varilla de control de la bomba entra más en el cuerpo de la bomba, girando el émbolo dentro de la unidad por lo que se introduce más combustible y se aumenta la temperatura de la combustión, al disminuir el largo la cantidad de combustible inyectado será menor y así también la temperatura. Se debe corroborar constantemente que la temperatura de los gases se encuentran dentro de los parámetros admisibles.



*Figura 56 Tornillo tensor de la bomba de inyección.
Fuente: MAN B&W working instructions manual.*

4.2.1.9 Cambio del filtro dúplex de combustible

Periódicamente se debe estar alternando entre los dos filtros dúplex de combustible con los que se cuenta en la entrada de combustible a la máquina principal, estos filtros cuentan con una alarma que se activa al alcanzar cierto valor de presión diferencial entre la entrada y salida del filtro que se encuentra operativo. Cuando el filtro esta fuera de operación se remueve la suciedad, para ello se desmantela y se le realiza una limpieza con diesel y luego con químicos en una máquina de ultrasonido, posteriormente se ensambla el filtro y se inserta dentro de la unidad del filtro dúplex para tenerlo en stand by.

4.2.1.10 Análisis y dosificación del agua de enfriamiento

Periódicamente se realiza el análisis del agua en los sistemas de enfriamiento de la máquina principal:

- Sistema de enfriamiento de alta temperatura.
- Sistema de enfriamiento de baja temperatura.
- Sistema de enfriamiento de las toberas.

Este análisis se realiza para verificar que las condiciones del agua sean las adecuadas para evitar la oxidación de tuberías y componentes de la máquina. Se verifica lo siguiente:

Tabla 4 Análisis del agua de enfriamiento.

Contenido	Valor promedio
Contenido de nitritos	NO ₂ , debe mantenerse entre los límites de 1000 a 2400 ppm, para tener una buena protección contra la corrosión del sistema.
Contenido de cloritos	Cl, debe mantenerse en una concentración menor a 50 ppm para evitar la corrosión del sistema.
Nivel de Ph	El nivel de Ph debe mantenerse entre 8.3 y 10, es decir debe ser base y no ácido.

Elaboración propia, fuente: Manual MAN B&W.

Si el contenido de nitritos en el agua es menor que el admitido se debe tratar el agua con aditivos para aumentar el nivel, a bordo se usa químicos para aumentar los niveles de nitritos, la cantidad a dosificar en el sistema es estimada por el tercer ingeniero.

4.2.2 Grupos electrógenos

El tercer ingeniero es el encargado de llevar a cabo el mantenimiento de los grupos electrógenos según lo establecido en el P.M.S., algunos de los trabajos de mantenimientos consisten en:

4.2.2.1 Lavado de la turbina

Se lleva a cabo cada 100 horas de funcionamiento, a baja carga del grupo electrógeno, entre 25 a 30%, controlando que la temperatura no se mayor a 400°C antes del turbocargador, de lo contrario ocurrirían esfuerzos térmicos inadmisibles en la turbina. El motor cuenta con una válvula de inyección cerca a la turbina a la cual se puede acoplar una manguera, una vez se conecta la manguera el proceso es el siguiente:

- abrir la válvula de entrada de agua al caudalímetro,
- abrir la válvula de entrada a la turbina,
- inmediatamente ajustar el caudal a 6 l/s para los generadores 1 y 2, y 8 l/s para el generador número 3,
- lavar durante 30 segundos,
- permitir que la temperatura aumente y se estabilice antes de repetir el proceso.

4.2.2.2 Lavado del turbo-compresor

Se lleva a cabo a máxima carga posible, para iniciar las cargas entre los grupos electrógenos se transfieren de forma manual al grupo en el que se realizará el lavado, el motor cuenta con un sistema incorporado que facilita hacer el lavado del compresor:

- verter agua en un pequeño recipiente que se encuentra incorporado cerca al compresor,

- cerrar y ajustar la tapa de este recipiente,
- apretar el botón que se encuentra en este recipiente, con lo que se inyecta aire a presión dentro del recipiente, lo que mueve toda el agua hacia el compresor,
- dejar secar el compresor antes de reducir la carga.

4.2.2.3 Performance test

Al igual que en la máquina principal se realiza una vez al mes y los resultados se envían a la oficina de la compañía. Este test es llevado a cabo por el tercer ingeniero, y se realiza a una carga mínima de 75 %. Se cuenta con un dispositivo que muestra la presión de ignición en un manómetro, el valor obtenido es anotado para cada uno de los cilindros, junto con otros parámetros, como la temperatura en cada cilindro, presiones y temperaturas de aceite, combustible y agua de enfriamiento, además de los índices de las bombas de inyección.

4.2.2.4 Inspección de luces en las válvulas de admisión y escape

Llevado a cabo cada 1000 horas de funcionamiento de la máquina, se remueven las cubiertas en la culata, se acopla el virador a la volante de grupo electrógeno y se gira hasta que el pistón de la unidad número uno se encuentre en el Top Dead Center, antes de la ignición del combustible, esto se comprueba al verificar que las válvulas no estén bajo tensión, es decir, puedan moverse con la mano.

Lo primero que se realiza es medir la luz entre el balancín y la válvula, esta debe ser de 0.4 mm para la válvula de admisión y 0.8 mm para la de escape, estas luces se miden con ayuda de calibrador, si se requiere ajustar la luz entonces se afloja la tuerca de fijación en el balancín, y se ajusta a la medida necesaria, una vez comprobado que tiene la luz correcta se ajusta la tuerca de fijación y se vuelve a comprobar la luz por última vez, luego se continúa con las siguientes unidades, 3, 4 y 2. Una vez concluido se arranca el motor y se

comprueba que no haya ningún ruido fuera de lo normal y que las temperaturas dentro de los cilindros estén dentro de los parámetros normales.



*Figura 57 Inspección de las luces en las válvulas.
Fuente propia.*

4.2.2.5 Acondicionamiento de las válvulas de inyección

Este trabajo se realiza cada 2000 horas de funcionamiento del grupo electrógeno, se desmonta las válvulas inyectoras del motor, se prueba la presión de apertura en ellas, se desmantelan y se inspecciona las toberas, se cambian por unas nuevas si fuese necesario, se ensambla la válvula y se ajusta la presión de apertura a 400 bar, por último, se reemplazan los o-rings antes de reinstalar la válvula.

4.2.2.6 Limpieza del filtro automático

Se remueve el filtro de la unidad en la que se encontraba y se desmantela, como se observa en la figura N°58 (C), se lavan con diesel los filtros individuales que componen la unidad y luego se lavan en la máquina ultrasónica, si se cuenta con filtros nuevos se pueden instalar en vez de lavar los que fueron removidos. Al reinstalar la unidad se inspecciona la condición de los o-rings y se presta especial atención en ensamblar los filtros en la posición correcta. Una vez concluido el ensamblaje se reinstala en la unidad y se arranca la bomba pre-lubricadora para comprobar alguna anomalía.



(A)



(B)



(C)

*Figura 58 Trabajos en los grupos electrógenos.
(A) Desmontaje de la válvula inyectora, (B) Válvula acondicionada, (C)
Filtro automático desensamblado.
Fuente propia.*

4.2.2.7 Limpieza del filtro centrífugo

Llevado a cabo cada 250 horas, una vez el grupo electrógeno se encuentra parado y el sistema de lubricación detenido, se remueve el filtro de su carcasa, y se desensambla, se remueve toda la suciedad y se lava con diesel las partes que lo componen, al momento de ensamblarlo se instala una lámina de papel en el interior del filtro de tal forma que la próxima vez que se vuelva a limpiar sea fácil hacerlo, pues toda la suciedad se encuentra dentro de la lámina de papel. Una vez ensamblado se reinstala en la carcasa, se arranca la bomba de lubricación y se inspecciona si hay alguna vibración anormal en el filtro, pues el filtro gira a gran velocidad.

4.2.2.8 Análisis y cambio de aceite

Se toman muestra de aceite cada 1000 horas para su análisis a bordo, adicionalmente se toman muestras cada tres meses para ser analizadas en un laboratorio especializado en tierra, dependiendo de los resultados de estos análisis se cambia el aceite o se prolonga su uso a unas 500 horas más. Cada 2000 horas de funcionamiento se cambia el aceite en el gobernador de los grupos electrógenos. El aceite usado para los grupos electrógenos a bordo, tanto para el cárter como para el gobernador, son SAE 40 y TBN 40.

4.2.2.9 Análisis del agua de enfriamiento

Al igual que en la máquina principal se realiza el análisis del agua del sistema de enfriamiento de los grupos electrógenos pues es un sistema aislado del de la máquina principal. Se toma una muestra y se analiza para conocer el contenido de nitritos, cloritos y el Ph, según sean los resultados se dosifica con químicos.

4.2.3 Purificadores

Al igual que en los grupos electrógenos el mantenimiento es llevado a cabo por el tercer ingeniero, se suelen alternar mensualmente los purificadores de H.F.O. de tal forma que se le hace mantenimiento a uno mientras que el otro está en operación. El mantenimiento que se suele hacer es:

4.2.3.1 Limpieza de la bomba centrípeta y censored

Es uno de los trabajos que se realiza más seguido, pues trabajando con combustible poco refinado este trae muchas impurezas que se acumulan en la bomba centrípeta, para realizar la limpieza se para el purificador, se espera a que el bowl esté completamente detenido, lo cual lleva varios minutos, se abre la cubierta del purificador, y se remueve la bomba centrípeta, esta bomba sale junto con la bomba censored, se desensamblan, se remueve toda la suciedad, se lavan con diesel y se vuelven a ensamblar, al hacer esto se observa la condición de los o-rings, una vez instalada sobre el bowl, se cierra la cubierta, se instala la manguera de suministro de agua y se prueba el purificador.

4.2.3.2 Cambio de los o-rings del bowl

Una de las inspecciones que se hacen al purificador son los o-rings, se reemplazan los que se encuentran en malas condiciones, o también se reemplazan por completo todos los o-rings de acuerdo al criterio del ingeniero a cargo del equipo. Se remueve el bowl del purificador y se abre con las herramientas especiales con las que disponemos a bordo, desensamblando sus las partes y retirando los o-rings, se lava con diesel todas las partes y se procede a instalar los nuevos sellos cubiertos con vaselina para facilitar su instalación, se ensambla el bowl y se reinstala dentro del purificador, una vez terminada la instalación se procede a iniciar el programa de purificación para probar que trabaje correctamente, se observa si hay alguna vibración anormal, si todo está conforme, el trabajo se da por concluido.





*Figura 59 Cambio de los o-rings del bowl.
Fuente propia.*

4.2.3.3 Lavado químico de los discos

Al abrir el bowl se tiene la oportunidad de realizar el lavado de los discos que se encuentran dentro, los discos se desmontan como se aprecia en la figura N°59, y se sumergen en un baño químico con agua, para remover todo el sedimento de la superficie se utiliza un ácido, se dejan los discos en este baño durante unas horas y luego se procede a enjuagarlos con agua limpia y reinstalarlos.

4.2.3.4 Limpieza del filtro de la bomba de alimentación al purificador

La bomba succiona el combustible desde los tanques de sedimentación para mandarlos al purificador, por lo que las impurezas quedan retenidas en el filtro (colador) de succión de esta bomba, por lo que el trabajo de limpieza de éste filtro es frecuente. Para realizar el trabajo se para la secuencia de purificación y la bomba de alimentación, se cierran las

válvulas de succión y descarga de la bomba y se abre lentamente la válvula de alivio ubicada encima del filtro, se remueve la tapa del filtro y se retira, se lava con diesel y se reinstala, se abren las válvulas, se purga el aire dentro de la unidad mediante la válvula de alivio y se arranca la bomba, si la presión es la correcta se da inicio a la secuencia de purificación.



*Figura 60 Bomba de alimentación del purificador.
Fuente propia.*

4.2.3.5 Mantenimiento en la transmisión

También se realiza el mantenimiento en la transmisión hacia el bowl, en el eje del bowl, la faja de transmisión, el clutch y el motor eléctrico. En el eje se cambian los rodamientos, se inspecciona la faja de transmisión y se cambia por una nueva de ser necesario, mientras que en el clutch se inspeccionan las zapatas y se cambian si alguna se encuentra en mal estado, cabe resaltar que se deben cambiar todas las zapatas a la vez y no sólo una, mientras que el mantenimiento que se le da al motor eléctrico consiste en cambiar los rodamientos y medir la resistencia del aislamiento.

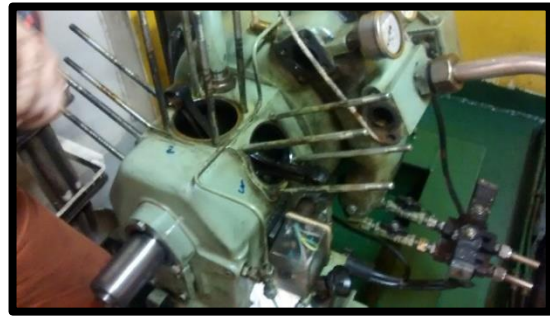
4.2.4 Compresores

Durante mi tiempo de servicio a bordo fueron pocos los trabajos realizados en los compresores, sin embargo, pocas semanas antes de que yo desembarcase realizamos un overhaul completo de uno de los compresores principales de aire de arranque, el cual consistió en desmontar las culatas, sacar y cambiar las válvulas de succión – descarga,

desmontar los pistones, los cilindros, las bielas y sus cojinetes, se removió el aceite del cárter y se limpió el espacio interior para sacar cualquier residuo que se haya acumulado en el cárter. Posteriormente se procedió a ensamblar la unidad cambiando los pistones, válvulas, cojinetes y cilindros por repuestos nuevos, teniendo en cuenta los torques que se especifican en el manual del fabricante, una vez ensamblado se llenó el cárter con aceite, se energizó el tablero de control del compresor y se probó, el compresor funcionaba correctamente.



(A)



(B)



(C)



(D)



(E)



(F)



(G)

Figura 61 Overhaul del compresor de aire de arranque.

(A) Removiendo las culatas, (B) una vez removidas las válvulas y los pistones, (C) Limpieza del cárter, (D) Repuestos nuevos a instalar, (E) instalando el pistón dentro del cilindro, (F) instalando las válvula de succión – descarga, (G) el compresor una vez ensamblado y listo para probar.

Fuente propia.

En el compresor de aire de servicio los únicos trabajos que realizamos fueron el de cambio de filtro de aire, cambio del aceite en el tanque, y cambio de las fajas de transmisión entre el motor eléctrico y el compresor de tornillo.

4.2.5 Calderas

El mantenimiento de ambas calderas se encuentra también a cargo del tercer ingeniero, y los trabajos que se realizan fueron:

- Limpieza de los filtros dúplex de combustible,
- limpieza de las toberas en el quemador de la caldera compuesta,
- revisión de la luz entre los electrodos de ignición,
- lavado de los tubos de humo, el cual se realiza con agua a presión junto con aire comprimido para remover toda la ceniza en los tubos,
- análisis y tratamiento del agua dentro de las calderas y el tanque atmosférico.

En la caldera auxiliar periódicamente se realiza la limpieza del quemador rotatorio, pues el combustible pesado se acumula en las luces de la copa y con el tiempo puede bloquear la entrada de combustible. También se le da mantenimiento al quemador piloto, limpiando su tobera y ajustando la luz entre sus electrodos.

Además de lo mencionado, cada dos semanas se realiza un análisis del agua de las calderas con el fin de prevenir cualquier corrosión o incrustaciones dentro de ellas, en caso sea necesario contamos con químicos con los cuales se trata el agua y se corrige los niveles de cloritos y el Ph del agua, estos químicos se dosifican directamente al agua que ingresa a la caldera mediante una bomba y un tanque dosificador que inyecta el químico al sistema de agua de alimentación de las calderas.



(A)



(B)

*Figura 62 Quemadores de las calderas.
(A) Quemador de la caldera auxiliar del tipo copa rotativa, (B)
Quemador de la caldera compuesta que cuenta con dos toberas.
Fuente propia.*

4.2.6 Evaporadora

Uno de los trabajos más comunes que realizamos en la evaporadora es el de la limpieza de las placas de sus intercambiadores de calor, pues se llenan de incrustaciones y suciedad orgánica debido al agua de mar, para esta limpieza se procede de la siguiente manera:

- La evaporadora está fuera de servicio y su panel des-energizado y asegurado,
- se ciega la brida de entrada de agua de mar hacia el evaporador,
- nos aseguramos de que las válvulas de entrada y salida de H.T. a la evaporadora estén cerradas y aseguradas como precaución,
- se abre la campana,
- se empieza a liberar la tensión en las tuercas de retención de las placas, lo cual se realiza de forma uniforme en las cuatro tuercas para evitar doblar las placas, además antes de hacerlo se toma medidas de la anchura que tiene el conjunto de placas,
- una vez abierto, se saca la tapa de las placas y se remueven,
- se meten las placas a un baño químico de ácido mezclado con agua durante un par de horas, para mejor la limpieza en el baño químico se instala una manguera de aire dentro del recipiente de tal forma que el químico se encuentre en constante circulación entre las placas,
- pasadas dos horas se retiran las placas, con un cepillo se retira lo que no pudo ser removido en el baño y se enjuagan con agua limpia,
- se inspeccionan las placas y si se encuentra algún empaque suelto se le adhiere pegamento,
- se procede a instalar las placas dentro de la campana prestando atención a su posición, pues hay dos tipos de posiciones que se deben instalar de forma alternada,

- se ajustan las tuercas de forma simultánea y pareja, hasta llegar a la medida que se tomó antes de abrir las tuercas,
- una vez reinstaladas las placas se procede a realizar una prueba para verificar el correcto ajuste, en el evaporador se abren las válvulas de entrada y salida de H.T., y se verifica que no haya fugas de agua dulce hacia el interior de la campana,
- mientras que en el condensador se arranca la bomba eyectora y se verifica que no haya fugas de agua de mar, si en caso se encuentra una se ajustan las placas hasta que la fuga desaparezca,
- una vez se termina de instalar las placas, se reinstala la tapa de la campana, se reabre la brida que fue cegada y se prueba la evaporadora.

Otro de los trabajos que se realizan en la evaporadora es el de mantenimiento de los motores eléctricos de la bomba de agua dulce y la eyectora, además de una limpieza del eyector con un baño químico para retirar la suciedad orgánica que se haya podido formar dentro de este.

4.2.7 Ronda de seguridad (Safety Round)

Todos los sábados el tercer ingeniero realiza la ronda de seguridad de los equipos de salvamento para verificar que se encuentran operativos y listos para ser usados en cualquier situación de emergencia, se lleva a cabo de la siguiente manera:

4.2.7.1 Prueba de los Dámperes (Fire Flaps) de sala de máquinas

La sala de máquinas cuenta con cuatro ventiladores que suministran aire a todos los compartimientos dentro de ella, por lo que en caso de un incendio dentro de la sala de máquinas es vital que se corte el suministro de aire al espacio en donde se halla el incendio, por lo que una revisión semanal de los dámperes asegura que se encuentren operativos y listos para usar en todo momento, esta prueba se realiza desde la estación de lucha contra incendios, ubicada fuera de la sala de máquinas, para verificar se acciona una válvula neumática, con lo que se corta el suministro de aire a los cilindros que mantienen abiertos

los dámperes, por lo que instantáneamente por acción de un resorte los dámperes se cerrarán mecánicamente. Antes de realizar esta prueba debemos asegurarnos de que haya un suministro de aire, para lo cual se abre una escotilla de recirculación de aire dentro de la sala de máquinas, de esta forma al cerrar los dámperes las máquinas no quedan sin aire de enfriamiento o carga.

4.2.7.2 Prueba de las alarmas de sentina de máquinas

En sala de máquinas contamos con sensores de nivel de sentina, que se activan y dan una alarma cuando el pozo, en donde se encuentran, se llena de algún líquido a un cierto nivel; estas alarmas se revisan semanalmente para verificar el correcto funcionamiento, en sala de máquinas se encuentran cuatro sensores, uno a proa lado estribor, otro a proa lado babor, uno en la sentina bajo la máquina principal, y la última en el pozo de popa, bajo el eje de la propela. Así también fuera de la sala de máquinas contamos con otros sensores, uno en el deck trunk en la parte de popa; en el pañol de proa se encuentran dos pozos con sus respectivos sensores, estribor y babor, y uno en la sala del bow thruster. Una vez probadas las alarmas es necesario asegurarse de que han sido restablecidas, de lo contrario no se activarán ante una situación real.

4.2.7.3 Prueba del generador de emergencia

Contamos con un generador de emergencia de 100 kW de potencia, semanalmente se realiza la prueba arranque y funcionamiento en vacío, mientras que la prueba bajo carga se realiza cada tres meses.

Durante la prueba de arranque semanal se verifica que el generador tenga la cantidad correcta de refrigerante, que no haya fugas de aceite o combustible, se revisa el nivel de combustible dentro su tanque. Semanalmente se alterna el arranque de este generador entre el arranque por batería, es decir mediante un arrancador eléctrico y el arranque de emergencia, mediante un acumulador, se mantiene el generador funcionando durante un tiempo para que alcance su temperatura de trabajo en vacío mientras se revisan los

parámetros de presión de aceite, temperatura de refrigerante, y que el ventilador de suministro de aire se arranque automáticamente junto con el generador. Pasado un tiempo se para el generador y se prepara para su operación automática en caso se requiera en una emergencia.

4.2.7.4 Prueba del bote de rescate

La prueba que se realiza en el bote de rescate consiste en arrancar el motor fuera de borda, para realizarlo se levanta la hélice y se pone un contenedor, de tal forma que la hélice se encuentre sumergida antes de arrancarlo, el motor no puede funcionar sin suministro de agua. Se abre la válvula de ventilación en el tanque de gasolina se bombea el combustible hacia el motor, se jala del choke, se activa el seguro de parada automática y se procede a arrancar el motor. Una vez arrancado se prueba las posiciones de la hélice, adelante, neutro, retroceso, luego de que la prueba haya sido exitosa se para el motor y se prepara para stand by.

4.2.7.5 Prueba del bote salvavidas

Semanalmente se prueba el motor del bote salvavidas, se revisa el nivel de refrigerante, el nivel de combustible en su tanque, y se alterna la carga de batería de una a la otra. Se arranca el motor y se mantiene en funcionamiento durante unos minutos para calentarlo antes de aumentar la carga, lo cual es de especial cuidado en el caso de arranque en clima frío. Una vez concluido se para el motor, se vuelve a revisar el nivel en el tanque de combustible y se concluye con la prueba.

4.2.7.6 Revisión de la sala de CO₂

En la sala de botellas de CO₂ se verifica que el ventilador se encuentre operativo, se inspecciona las botellas y las mangueras conectadas a las botellas. Con esta inspección se concluye la ronda de seguridad semanal, si en caso algún equipo de salvamento se encontró defectuoso o no trabajando apropiadamente se debe de reparar de inmediato y reportarlo a la oficina con un Reporte de Daños (Damage Report).

4.3 Reparaciones no planeadas

Con cierta frecuencia aparecen trabajos no planeados que requieren de una pronta atención, a continuación menciono algunas de las reparaciones realizadas a bordo.

4.3.1 Fuga en el calentador de combustible de la caldera auxiliar

En los tres barcos en los que estuve observé el mismo problema, encontramos rastros de combustible pesado dentro del tanque atmosférico de las calderas, al averiguar de dónde venía nos dimos cuenta que la única fuente sería el retorno del condensado de alguno de los calentadores de combustible, sin embargo a bordo tenemos varios calentadores de combustible pesado: calentadores de los tanque de combustible, de los purificadores, del tanque de rebose, del tanque de lodos, de la unidad booster, del tanque de lodos del incinerador y además de las líneas de vapor de acompañamiento; al verificar descubrimos que venía del calentador de combustible de la caldera auxiliar, cerramos las válvulas y sacamos el intercambiador, algunas de las tuberías se encontraban picadas, y de esta forma el combustible ingresaba al lado de vapor y posteriormente se transfería hasta el tanque atmosférico. Procedimos a tapar las tuberías perforadas y pedimos a la oficina un intercambiador nuevo, pues la reparación hecha era temporal y el calentador era pequeño y contaba con pocos tubos, de tal forma que al tapar dos de ellos reducía considerablemente la eficiencia de transferencia de calor entre los fluidos. Una vez concluido el taponeo en el calentador se tuvo que drenar el tanque atmosférico, retirando la mayor cantidad de combustible hacia el tanque de lodos, y se procedió con la limpieza química del tanque.



(A)



(B)

*Figura 63 Fuga del calentador de combustible de la caldera.
(A) Calentador dañado, (B) Tanque atmosférico.
Fuente propia.*

4.3.2 Lavado de la caldera compuesta

La fuga en el calentador de la caldera se dio en los tres barcos en los que estuve pero esta fuga produjo mayor consecuencia en MT Patnos, pues el combustible que fugó del calentador no solo quedó en el tanque atmosférico si no que fue succionado por las bombas de alimentación de la caldera compuesta y transferido hacia el interior de ella, la caldera siguió trabajando de esa forma por días, posteriormente se realizó un drene de todo el agua dentro de la caldera hacia el tanque de lodos, pero no fue suficiente pues el combustible se encontraba adherido a las tuberías dentro de la caldera. Para entonces ya se había comunicado a la oficina de lo sucedido y se acordó en que se realizaría un lavado químico de la caldera por parte de personal de tierra. Sin embargo, la oficina aplazó este trabajo durante meses pues era difícil coordinar que el barco se encontrase en fondeadero, y el trabajo no se puede realizar en puerto. Finalmente, el trabajo se realizó en el mes de marzo, se contrató a un equipo sueco, de dos personas, las cuales embarcaron junto con nosotros, el barco permaneció fondeado durante cuatro días para realizar la operación, a bordo se encontraba también el superintendente para verificar cómo se llevaba a cabo la operación, se realizaron varios ciclos de lavado de la caldera con químicos, se recirculaba el químico y luego era drenado al tanque de lodos. Luego de los cuatro días se concluyó con el trabajo, se verificó la condición del interior de la caldera, la cual parecía ser satisfactoria, el personal

contratado desembarcó en lancha junto con todos sus equipos y el buque zarpó hacia el siguiente puerto.

4.3.3 Fuga en el condensador de vapor

Esto sucedió en uno de los buques mencionados, nos dimos cuenta durante días que el nivel del tanque de expansión de L.T., bajaba constantemente, teniendo que ser llenado con agua dulce hasta dos veces al día, después de unos cuantos días llegamos a encontrar que esta fuga se daba en el condensador de vapor del tanque atmosférico, una vez reportamos este daño a la oficina se dispuso del tiempo apropiado para realizar el trabajo, el cual se realizó mientras el buque se encontraba fondeado con el lavado de la caldera compuesta, pues la caldera necesitaba estar parada.

Con la caldera compuesta detenida se procedió a cerrar las válvulas que conectan el condensador al sistema L.T., se drenó el agua dentro del condensador, se aflojaron los pernos y se retiraron las tuberías, se aflojaron los pernos en la tapa del condensador y se bajó la tapa con ayuda de un tecele, una vez se abrieron ambos extremos del condensador se verificó de dónde venía la fuga, para ello bastó con admitir un poco de vapor al condensador y ver por dónde fugaba, se encontró dos tuberías por las que fugaba el vapor además de una tubería que había sido taponeada anteriormente, el mecánico preparó cuatro secciones cónicas hechas de acero, dos para cada extremo del condensador, se instalaron en las tuberías dañadas y se golpearon con martillo, de tal forma que quedaran ajustadas a las tuberías, luego se verificó que no hubieran más fugas, el trabajo resultó satisfactorio, luego se procedió a preparar nuevos empaques, ya que los que se removieron estaban dañados, se pusieron las tapas en su lugar y se reinstalaron las tuberías, luego de concluido el trabajo el nivel de agua en el tanque de expansión del sistema L.T. no volvió a descender y por lo tanto no había necesidad de llenar constantemente el tanque.



(A)



(B)

*Figura 64 Taponeo del condensador de vapor.
(A) Condensador al ser abierto, (B) Condensador una vez taponeado.
Fuente propia.*

4.3.4 Desgaste del impelente de la bomba acoplada de H.T.

Esto sucedió en MT Patricia, nos encontrábamos navegando, la máquina se encontraba desatendida, cuando una alarma se activa, la cual era de baja presión de agua de enfriamiento en la máquina principal, por lo que el sistema de seguridad y control de la máquina principal emite una alarma de advertencia de reducción de velocidad (Slowdown) debido a la baja presión del agua refrigerante, en ese momento nos encontrábamos suministrando energía eléctrica desde el generador de cola, debido a la alarma dos de los grupos electrógenos arrancaron de forma automática, el ingeniero de guardia bajó a sala de máquinas de inmediato, y al notar la advertencia se da cuenta que lo primero que debe

hacer es conectar los generadores al bus bar, sin embargo estos deben de calentarse antes de ser conectados, mientras los generadores se encontraban calentando el sistema de seguridad y control de la máquina emite otra alarma, esta vez de reducción automática de la velocidad, la máquina principal reduce la velocidad por lo que se produce un black out; en ese momento el jefe de ingenieros baja a la sala de control de máquinas y se da cuenta de que la bomba de stand by de H.T. se encontraba arrancando y parando constantemente, pues estaba en modo de arranque automático y debido a la caída de presión arrancaba hasta obtener la presión de operación y parar, pero la bomba acoplada no podía mantener la presión por lo que volvía a arrancar una y otra vez, lo que implicaba un riesgo para el motor eléctrico de la bomba de stand by, el jefe al percatarse de esto puso la bomba en modo manual y la arrancó, al hacer esto la presión era suficiente y recuperamos el control de la máquina principal, una vez la situación se controló tuvimos que reiniciar algunos de los equipos pues habían parado debido al black out.

La máquina continuó operando con la bomba de stand by hasta llegar a puerto, una vez en puerto abrimos parte de la bomba acoplado para ver qué fue lo que sucedió, creíamos que el impelente se encontraba dañado, pero al remover la carcasa este se encontraba intacto al parecer, con una revisión más exhaustiva descubrimos que el impelente se encontraba gastado en la parte en que hace contacto con el eje, había una luz excesiva entre ellos, y ya que el impelente se conectaba al eje sólo por presión, no cuenta con alguna cuña, al girar el eje el impelente no rotaba por lo que no podía producir presión, se informó de lo sucedido a la oficina, y el encargado de los repuestos confirmó que mandaría un nuevo impelente a la brevedad posible, pero hasta recibir el repuesto continuamos navegando con la bomba de stand by para el enfriamiento de la máquina principal.



*Figura 65 Impelente gastado.
Fuente propia.*

4.3.5 Acople de la bomba de stand by roto

Esto sucedió en una de las navegaciones que se realizó en MT Patricia mientras operaba la máquina principal con la bomba de stand by de H.T., pues la bomba acoplada se encontraba dañada como ya fue explicado en el subtítulo anterior. El buque se encontraba navegando cuando se produce una alarma por parte del sistema de seguridad y control de la máquina principal, era una advertencia de reducción de velocidad, en ese momento uno de los grupos arranca de forma automática, la sala de máquinas se encontraba atendida, y uno de los ingenieros conecta el grupo electrógeno luego de un corto periodo de calentamiento, por lo que no se produjo un black out en esa oportunidad, sin embargo, la presión de agua de enfriamiento era muy baja, al no poder dar solución al problema en ese momento el jefe decide parar la máquina, previa autorización de puente, una vez se encontraba detenida verificamos cual era el problema con la bomba y encontramos que el acople entre la bomba y el motor eléctrico se encontraba roto, para solucionarlo sacamos un acople de una de las bombas del sistema L.T., las cuales eran idénticas a la bomba stand by, y la instalamos en la bomba, después arrancamos la máquina e inspeccionamos como trabajaba la bomba con el nuevo acople, esta operaba de forma normal, continuamos con la navegación e informamos a la oficina de lo sucedido, después de dos puertos más la compañía envía finalmente el repuesto de la bomba acoplada, al salir de

puerto fondeamos, trabajamos de noche para instalar la nueva bomba, parada la máquina cerramos válvulas, drenamos el agua que se encontraba dentro de las tuberías, sacamos las tuberías y desmontamos la bomba, instalamos la nueva, reinstalamos las tuberías, y probamos como trabajaba la nueva bomba, al arrancar la máquina y parar la bomba de stand by notamos que la nueva bomba mantenía la presión de operación, concluida la prueba estábamos listo para informar a la oficina y zarpar hacia el siguiente puerto. Esta operación nos tomó 6 horas.



*Figura 66 Repuesto de la bomba acoplada de H.T.
Fuente propia.*

4.3.5 Tuberías picadas

En todos estos barcos tenemos el mismo problema: las tuberías de agua de mar presentan pequeñas picaduras causadas por la corrosión, suelen presentarse en las tuberías del sistema antifouling, en las tuberías de venteo de las tomas de mar, o en las tuberías de descarga de la evaporadora, pues son las únicas que suelen tener un flujo constante de agua de mar, y al ser de acero simple es inevitable que con el tiempo sucedan picaduras en ellas.

La reparación consiste en fabricar una nueva tubería, siempre y cuando contemos con los materiales a bordo, para ello se retira la tubería picada, el mecánico prepara lo necesario, suelda la tubería por las bridas a la mesa de trabajo, corta las bridas y retira la tubería; con las tuberías y codos que tenemos como repuesto a bordo fabrica la nueva tubería

haciéndola lo más parecida a la original. Otro tipo de reparación consiste en envolver la picadura con una gaza especial para tuberías y cubrir toda la superficie con una masilla especial, la masilla se solidificará en horas.

4.3.6 Bomba *FRAMO* obstruida

Durante una operación de descarga los oficiales de cubierta se dieron cuenta de que la presión en la bomba del tanque 4 estribor era baja durante la descarga y hacía difícil el bombear toda la carga dentro del tanque, el capitán informó a la oficina de lo sucedido y planearon una inspección durante la siguiente navegación, mientras el buque se encontraba navegando se realizó un lavado de este tanque mediante agua caliente, se llevó a cabo un día sábado, luego se ventiló el tanque y al día siguiente el jefe de ingenieros junto con el segundo ingeniero, tercer ingeniero y el bombero entraron al tanque (luego de haber seguido con los procedimientos de seguridad para ingresar a espacios confinados) a inspeccionar la bomba, al inicio se creía que se trataba de algún desgaste en los sellos de la bomba, sin embargo al desmantelarla encuentran un trapo de algodón alojado en la succión, esto era lo que impedía la entrada de la carga a la bomba, aun así, retiraron el trapo y procedieron a hacer un overhaul a la bomba, reemplazando algunas piezas moderadamente gastadas por repuestos nuevos.

4.3.7 Fuga de gases de escape del grupo electrógeno N° 1

El aislamiento que cubre la tubería de gases de escape se encontraba con pequeñas perforaciones y manchas de hollín, al remover el aislamiento para inspeccionar su condición descubrimos que en una de las bridas de la tubería se habían desprendido varios pernos a causa de la vibración en el motor, por lo que los gases escapaban por la abertura formada entre las bridas, el empaque se encontraba completamente quemado. Removimos parte del aislamiento, removimos el empaque calcinado, preparamos uno nuevo y lo reinstalamos, ajustamos todos los pernos, seis de los cuales se habían soltado, arrancamos el grupo electrógeno para probar que ya no había fuga en esta brida, y una

vez comprobado, aislamos la tubería con aislamiento nuevo, reinstalamos la protección exterior, y el trabajo se dio por concluido.



*Figura 67 Brida de la tubería de gases de escape.
Fuente propia.*

4.3.8 Descarga de lodos cancelada

Se planeaba realizar la operación de descarga del tanque de lodos en un muelle en Tallin, Estonia, durante el mes de enero; el clima era frío y nevaba, descargaríamos el lodo hacia un camión cisterna estacionado en muelle, se tenía todo listo para empezar la descarga, como es de costumbre el contenido en el tanque se había calentado un día antes para hacer más fácil el bombeo, pues es un fluido muy viscoso, iniciamos la descarga y al principio todo parecía estar en orden hasta que después de unos minutos el nivel del tanque deja de disminuir, y la bomba de descarga muestra un aumento de presión en su descarga, paramos la bomba e intentamos nuevamente, sucedió lo mismo, la presión en la descarga era elevada. En ese momento creímos que había algún problema en la bomba y el jefe de ingenieros decidió cancelar la descarga, por lo que procedimos a desconectar la manguera del manifold, al desconectarla descubrimos que la manguera se encontraba obstruida por el congelamiento del producto a descargar, sin nada que hacer en ese momento, cerramos el manifold. En la navegación siguiente cuando el buque se encontraba en un clima más cálido desatascamos el lodo congelado en el manifold.

Para evitar este problema toda la línea de descarga desde la sala de máquina hasta el manifold cuenta con líneas de vapor de acompañamiento para mantener caliente el lodo, sin embargo la línea de vapor de acompañamiento de la tubería de descarga se encontraba obstruido y por lo tanto el vapor no podía circular por él. No se pudo solucionar este problema pues la línea atravesaba por zonas inaccesibles.

4.4 Preparación para inspecciones Vetting

En promedio cada cuatro meses se realizan inspecciones vetting, solicitadas por las compañías petroleras que contratan al buque para transportar su carga, por lo cual es importante que el buque pase estas inspecciones para seguir siendo contratado por estas compañías. El buque siempre debe estar preparado para las inspecciones, en el caso de los vetting y de cualquier otra inspección se procede a revisar minuciosamente todo lo que pueda considerarse que ponga en riesgo la navegabilidad y manejo del buque, durante la inspección el inspector, presta especial atención a lo siguiente:

- Certificaciones estatutarias y de clase.
- Implementación del sistema de gestión de la seguridad de la compañía.
- Certificación de la tripulación.
- Entrenamientos, zafarranchos llevados a cabo, políticas de alcohol y drogas a bordo.
- Planeación de la ruta, manejo de las cartas de navegación.
- Inspección de las condiciones en cubierta.
- Manejo de la carga, cálculos de estrés y estabilidad.
- Inspección de las condiciones en sala de máquinas, además de una demostración de la operación del separador de aguas oleosas, generador de emergencia, bomba contra incendios de emergencia, control del servomotor, operatividad del Oil Mist Detector.

4.5 Situaciones de emergencia a bordo

A bordo pueden ocurrir situaciones en las que el buque o la tripulación pueden verse en una situación de riesgo, lo cual puede ocurrir por error humano o error de maquinarias; a bordo existen planes de contingencia para actuar durante estas situaciones. Durante mi tiempo de servicio a bordo experimenté las situaciones de emergencia que describo a continuación:

4.5.1 Black Out en la entrada al Canal de Kiel

Nos encontrábamos en proceso de entrar al Canal de Kiel, Alemania, para lo cual el buque se dirigía rumbo a la estación de práctico, en ese momento la máquina principal para automáticamente, y ya que nos encontrábamos suministrando energía eléctrica sólo con el eje de cola, al parar la máquina se produce un black out, con lo que se pierde el gobierno del buque y empieza a alterar su curso hacia babor, inmediatamente en el puente se toman las medidas correspondientes para evitar algún incidente, se transmiten mensajes de advertencia a los buques cercanos, mientras que en cubierta se preparan para un posible fondeo y en sala de máquinas se hacen los preparativos para restaurar el suministro eléctrico y restaurar la máquina principal, después de 12 minutos se restaura la máquina principal, y el buque continuó hacia la posición en donde abordaría el práctico, el jefe de ingenieros confirmó que se trató de un error humano, luego el buque prosiguió con su tránsito a través del canal sin más contratiempos.

La parada repentina de la máquina principal sucedió debido a que la máquina, desde hace unas semanas, presentaba problemas con el sistema de aceite de lubricación, la presión caía a niveles cercanos al mínimo aceptado por el sistema de seguridad y control de la máquina, en ese momento se trataba de ajustar la presión del aceite mediante una válvula de regulación en la bomba acoplada, cuando de pronto la presión cae abruptamente por debajo del valor requerido y el sistema de control y seguridad para la máquina automáticamente, otro error que llevó a la situación de black out fue que por más que se

había dado una hora de aviso, la energía eléctrica seguía siendo suministrada desde el generador de cola y no desde los grupos electrógenos, como es el procedimiento normal.

En una investigación más exhaustiva hecha por los ingenieros se descubrió que la baja presión en el sistema de aceite lubricante de la máquina era producto del filtro dúplex que se encontraba obstruido y principalmente del sensor de presión diferencial que se encontraba dañado y no daba la alarma para el cambio del filtro, se reemplazó el sensor dañado y se alternó el filtro al que se encontraba en stand by, mientras que el filtro obstruido fue desensamblado y lavado apropiadamente, luego de hacer esto no se presentaron más problemas en el sistema de aceite lubricante de la máquina principal, y cada cierto tiempo se alterna el filtro dúplex para hacer la limpieza necesaria.

4.5.2 Parada automática de la máquina principal

Sucedió en el mes de enero, MT Patricia tenía problemas con su máquina principal, específicamente con el gobernador, pues no controlaba apropiadamente la velocidad en la máquina, durante una navegación en mal tiempo, mar 8, el trimado del buque variaba considerablemente como consecuencia de la marea, encabuzándose y enpopándose constantemente, lo que causaba cambios repentinos en la velocidad de la hélice y de la máquina principal, estos cambios no podían ser compensados por el gobernador pues no controlaba la velocidad apropiadamente, el aumento repentino de la velocidad en la hélice causó que el sistema de seguridad y control de la máquina principal parara de inmediato la máquina debido a sobre-velocidad, dejando al buque sin gobierno en medio del mal tiempo, sin nada más que hacer en ese momento, no quedaba otra solución que volver a arrancar la máquina principal y seguir navegando, esa noche la máquina principal paró de forma automática cuatro veces, hasta el día siguiente en el que el mal tiempo cesó, en el siguiente puerto la oficina envió a un técnico a bordo para dar alguna solución al problema del gobernador.



*Figura 68 Gobernador de la máquina principal.
Fuente propia.*

4.5.3 Black Out debido a reducción de velocidad de la máquina principal

Como ya antes explicado esto sucedió en MT Patricia debido a un problema con la bomba de enfriamiento H.T. acoplada. Después que sucedió el black out, se conectó los grupos electrógenos al bus bar, se llamó a puente y se pidió que el paso de la hélice se ajustara a cero como precaución para evitar la posibilidad de potencia invertida (reverse power) en la máquina principal, una vez restaurado el suministro eléctrico se reiniciaron los equipos como la unidad booster, las calderas, los compresores y bombas, entre otros, una vez restaurados los sistemas auxiliares de la máquina principal se arrancó, se procedió a conectar la propela y el generador de cola, luego se pasó el control a puente y continuamos con la navegación.

4.5.4 Golpe de ariete en tuberías de vapor

Sucedió en MT Patnos, saliendo del puerto de Rotterdam con los tanques cargados, se necesitaba calentar la carga tan pronto como el buque salía del puerto para lo cual se empezó a abrir la válvula de vapor a cubierta, válvula de gran capacidad que requiere de mucho cuidado para abrirla; al parecer se abrió demasiado la válvula, de inmediato el vapor al entrar en la tubería que se encontraba con agua condensada dentro empezó a golpear muy fuertemente toda la tubería de vapor en cubierta, de inmediato se cerró la válvula de

vapor pero para entonces se había producido una fuga de vapor en la tubería, el aislamiento de la tubería no permitía ver de dónde venía la fuga. El vapor comenzó a salir y al condensarse empezó a acumularse en la cubierta de la sala de máquinas, no se podía parar la fuga debido a la gran cantidad de vapor que salía de ella, y no se podía cerrar la válvula de descarga de vapor de la caldera compuesta pues la presión aumentaría peligrosamente dentro de la caldera, por lo que la única solución era parar la máquina. Una vez parada la máquina se cerró la válvula de descarga en la caldera compuesta y se empezó a quitar el aislamiento de la tubería de vapor para descubrir de dónde venía la fuga, la peor de las situaciones hubiera sido que la tubería se hubiera fracturado en algún punto, sin embargo la fuga venía del empaque de una de las bridas, se abrió la brida, se sacó el empaque y se puso uno nuevo, una vez reinstalada, se abrió una pequeña cantidad de vapor hacia esta tubería para verificar que ya no fugara, la reparación fue satisfactoria.

4.6 Cumplimiento con nuevas regulaciones

La Organización Marítima Internacional, O.M.I., constantemente expide nuevas regulaciones o enmiendas de sus convenios y códigos con el fin de hacer que la industria marítima sea cada vez más segura y se mejore la protección del medio ambiente.

Durante mi tiempo de servicio a bordo algunas de estas nuevas regulaciones entraron en vigor, con lo que la compañía tuvo que adaptarse a ellas con el fin de aprobar las auditorías y expedición de nuevas certificaciones.

4.6.1 Anexo VI del convenio MARPOL

Esta nueva regulación entró en vigor a partir del 1 de enero del 2015, en ella se reduce la cantidad máxima del porcentaje de azufre en los combustibles a un 0.10% en masa para las áreas especiales de control de emisiones, S.E.C.A., a diferencia de años anteriores en los que el límite era de 1.00%. Esta nueva regulación aplica para los buques que transiten por el Mar del Norte, el Mar Báltico y aguas territoriales de los Estados Unidos de América. (Det Norske Veritas Germanischer Lloyd, 2014)

Cabe destacar que en los años anteriores al 2015, todos los buques que se encontraban en puertos europeos debían usar combustibles con porcentaje de azufre menor al 0.10 %, sin embargo esto sólo aplicaba durante la estadía en puerto. Para cumplir esto los buques usaban diesel en sus máquinas para reducir las emisiones de azufre a los límites requeridos. Para cumplir con esta nueva regulación la compañía empezó a implementar el uso de combustible con contenido de azufre ultra bajo (Ultra-Low Sulphur Heavy Fuel Oil) en su flota de buques que transitan estas áreas, con esta medida se aseguraba de tener combustible con porcentajes de azufre menores a 0.10 %, el cual es más barato que operar el buque con diesel, como lo hacía en años anteriores al 2015.

Para asegurarnos de que el combustible abastecido cumple con este porcentaje se manda una muestra del combustible a un laboratorio para realizar un análisis de su composición y no se utiliza el combustible recién abastecido hasta obtener los resultados del análisis. Además, se almacena una muestra del combustible en el barco, en caso sea requerida por alguna autoridad para hacer un análisis independiente de la composición.

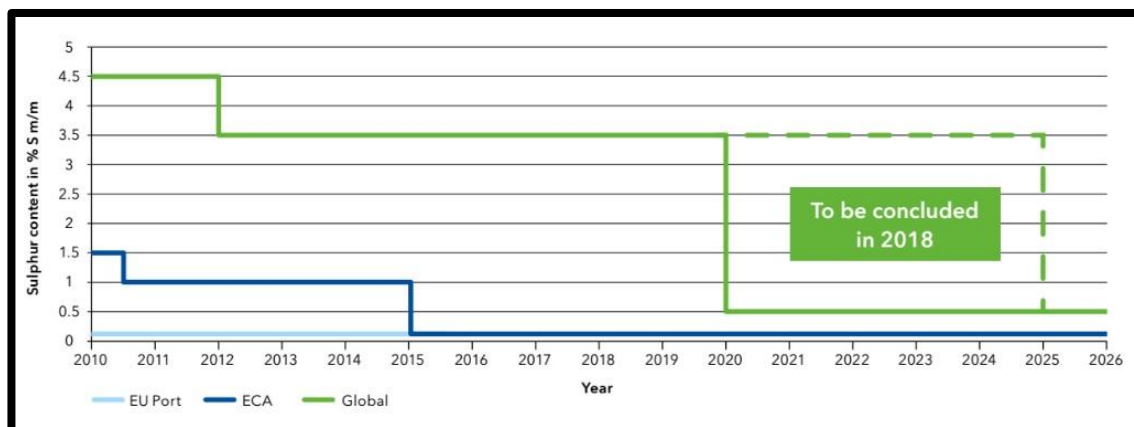


Figura 69 Límite de azufre en el combustible a través de los últimos años.
Fuente: DNV GL – Preparing for low Sulphur operation.

4.6.2 Enmiendas del S.T.C.W.

A partir del 1 de enero del año 2017, todos los certificados S.T.C.W. deben ser expedidos en conformidad con las enmiendas de Manila del 2010. Para cumplir con esta nueva norma, la compañía empezó a pedir a sus oficiales y tripulantes que renovaran y revalidaran sus

certificados S.T.C.W. desde mediados del año 2016, con lo que contaban con tiempo suficiente para poder adherirse a esta nueva regulación.

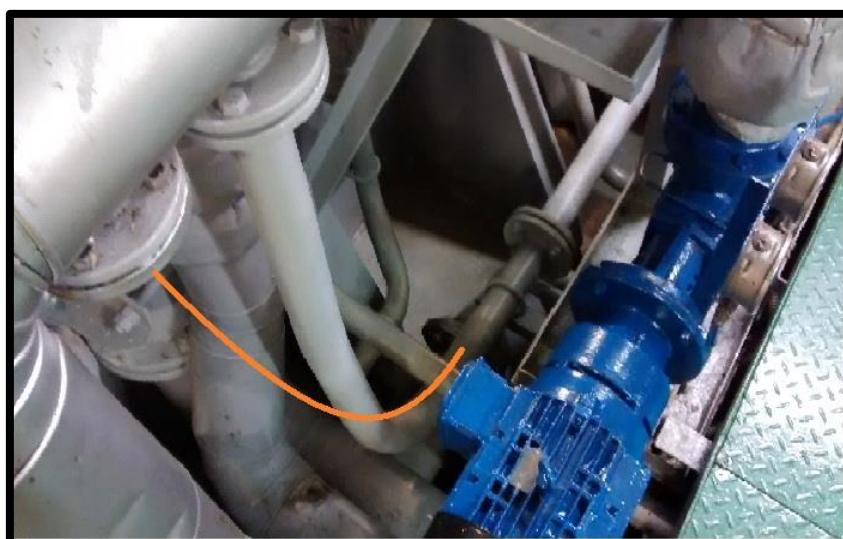
4.6.3 Anexo I del convenio MARPOL

Una nueva enmienda a la regulación N°12 del anexo I del convenio MARPOL que entró en vigor el primero de enero del año 2017, la cual da nuevas directrices sobre la disposición de los tanques para la contención de residuos oleosos, además del sistema de tuberías de estos para la descarga apropiada de los residuos, (NIPPON KAIJI KYOKAI, 2016).

Uno de los puntos de esta enmienda fue que no debía de existir ningún medio en el sistema de descarga del tanque de lodos por el cual se conecte al sistema de sentinas, ni al tanque de agua de sentinas ni a la descarga de este tanque, de tal forma que la transferencia del contenido del tanque de lodos al sistema de sentina no sea posible, aunque estos sistemas sí pueden tener tuberías en común que lleven la descarga de las bombas a la conexión estándar en el manifold. (Organización Marítima Internacional, 1978)

Nuestro buque contaba con una conexión entre el sistema de descarga de lodos y el tanque de aguas de sentina, de tal forma que era práctica común descargar el contenido en el tanque de aguas de sentina mediante la bomba de lodos a través de la brida resaltada de color naranja en la figura N°71, la cual conecta la succión del tanque de aguas de sentina a la succión de la bomba de lodos. Además cuenta con una conexión entre la descarga de la bomba de sentina hacia la descarga de la bomba de lodos, sin embargo esto no resultó un problema pues cuenta con una válvula manual de no retorno (resaltada de color verde en la figura) que impedía el paso de la descarga de residuos oleosos al sistema de sentina. Para cumplir con la nueva regulación bastó con eliminar la conexión entre la succión del tanque de agua de sentina y la succión de la bomba de lodos, para lo cual se removió la tubería que las conectaba, la cual se indica en la figura N°71 con aspas de color rojo.

El resultado fue como se aprecia en la figura N°70, la línea naranja muestra la tubería que se retiró para aislar la succión del tanque de aguas de sentina a la bomba de lodos. Un inspector de la sociedad clasificadora (*Det Norske Veritas Germanischer Lloyd*) vino a bordo para asegurar el cumplimiento de esta nueva regulación y quedó satisfecho con la implementación. En adelante, debido a la modificación sólo será posible descargar el tanque de aguas de sentina mediante la bomba de sentina y ya no mediante la bomba de lodos, la cual será usada para descargar sólo el tanque de lodos y el tanque de drenes de aceite.



*Figura 70 Resultado final de la implementación.
Elaboración propia, fuente propia.*

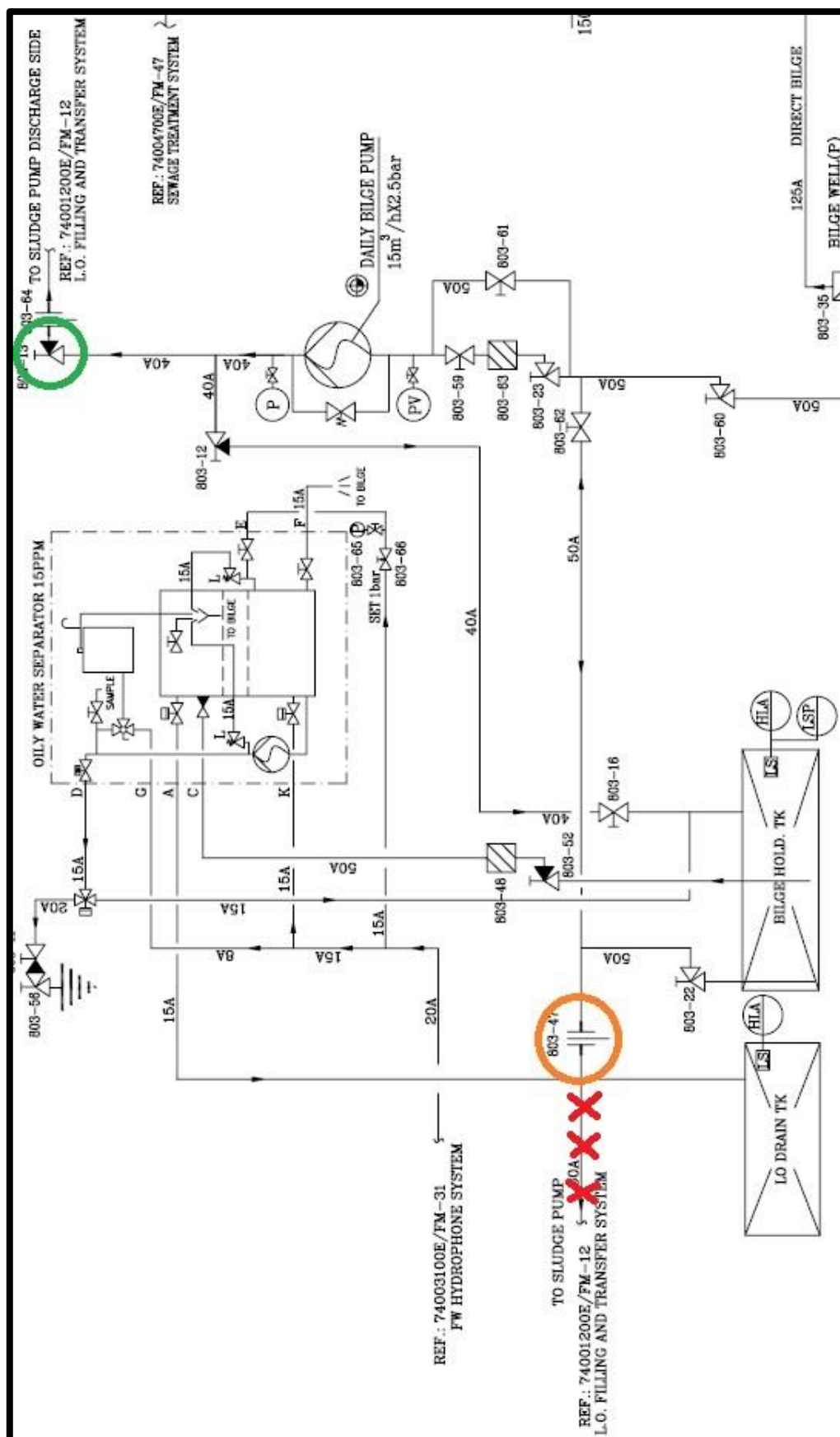


Figura 71 Cambios en el sistema de agua de sentinas.
Elaboración propia, fuente: planos del buque

CAPÍTULO 5

LIDERAZGO Y TRABAJO EN EQUIPO

5.1 Definición de liderazgo

“La palabra liderazgo define a una influencia que se ejerce sobre las personas y que permite incentivarlas para que trabajen en forma entusiasta por un objetivo común.” (Pérez Porto & Gardey, 2008). Es algo necesario no solo a bordo si no también en cualquier grupo de personas; se necesita de alguien que conduzca al grupo por el camino adecuado, motivarlos y supervisar que la tarea que cada miembro realiza sea eficaz de tal forma que puedan llegar a cumplir el objetivo planeado. Daniel Goleman (2003) en su libro “El líder resonante crea más” define seis tipos de liderazgo entre visionario, capacitante, conciliador, democrático, ejemplarizante y coercitivo; ninguno de estos estilos es bueno o malo si no que cada uno resulta apropiado y debe usarse según la situación en la que se encuentra el equipo. En mi tiempo de servicio a bordo he visto muchas muestras de liderazgo y sus diferentes tipos, en los cuales influyen mucho las costumbres y tradiciones de las diferentes nacionalidades, así como las situaciones en las que se encuentra el equipo.

5.1.1 Liderazgo visionario

Con este tipo el líder es una persona carismática e inspira a su equipo a través de su visión y el rol que cada miembro tiene en ella, el líder tiene una visión a largo plazo lo que le permite anticipar problemas para poder combatirlos y detectar oportunidades para

aprovecharlas. En mi experiencia he visto esta clase de liderazgo en algunas ocasiones a bordo cuando el capitán invita a su tripulación a desempeñarse de la mejor manera ante cierto evento, una inspección por ejemplo.

5.1.2 Liderazgo capacitante

El líder ayuda a cada miembro del equipo a identificar sus fortalezas y desarrollarlas de tal forma que con su aporte cada miembro ayude a alcanzar la meta grupal, de esta forma la gente sabe lo que se espera de ellos y como encajan en el plan. El líder muestra verdadero interés por cada miembro, llegando a formar una relación de confianza con cada miembro.

5.1.3 Liderazgo democrático

El líder promueve el dialogo y la participación de todos los integrantes en el grupo de tal forma que aporten ideas al momento de realizar una tarea, de esta manera se fortalecen los vínculos entre cada miembro, sin embargo la decisión final la toma el líder. También es un tipo de liderazgo común a bordo, el jefe de ingenieros o el segundo ingeniero toma en cuenta las opiniones de otros miembros al momento de llevar a cabo una tarea, de tal forma que se realiza de la manera más eficaz y eficiente.

5.1.4 Liderazgo afiliativo

Con este tipo de liderazgo se prioriza los vínculos entre los miembros del grupo, de manera que exista la colaboración, armonía y una mejor comunicación en el grupo. Los líderes de afiliación permiten que los miembros del equipo realicen su trabajo de la forma que les parece la mejor, y constantemente evalúan su progreso. Este estilo es de los más comunes que se encuentra a bordo, el capitán intenta mantener buenas relaciones entre toda la tripulación de tal forma que colaboren para lograr un mejor resultado, además que el capitán confiere a los jefes de cada departamento de realizar los trabajos de la manera que mejor les parezca.

5.1.5 Liderazgo ejemplarizante

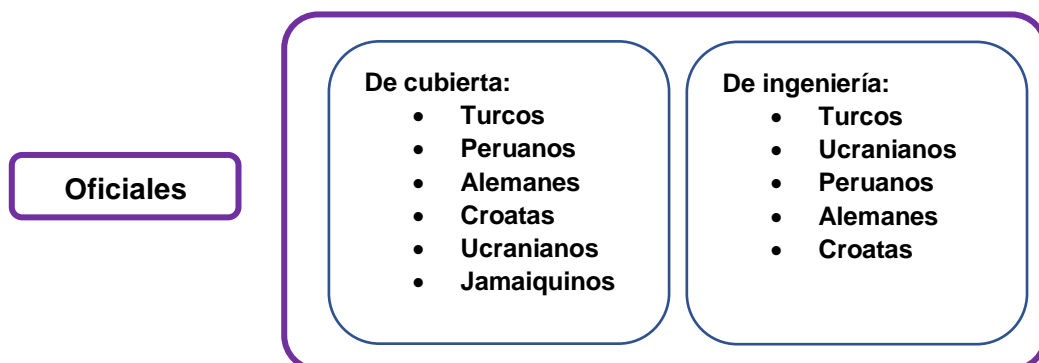
El líder exige altos niveles de rendimiento poniéndose a sí mismo como ejemplo, pide a los miembros que realicen la cosas de la mejor manera y de forma rápida, identifica a quienes tienen poco rendimiento y les exige mejores resultados, si en caso no logran esos resultados los reemplaza por alguien más capaz. Este tipo de liderazgo suele tener un resultado abrumador para los miembros del equipo, llegando a tener un efecto negativo. En algunas oportunidades he visto este tipo de liderazgo, en donde el capitán exige mucho por parte de su tripulación y se pone a sí mismo como ejemplo, sin embargo esta forma de liderar no tiene un impacto positivo en la tripulación, llegando a disminuir la confianza entre el capitán y los miembros del grupo.

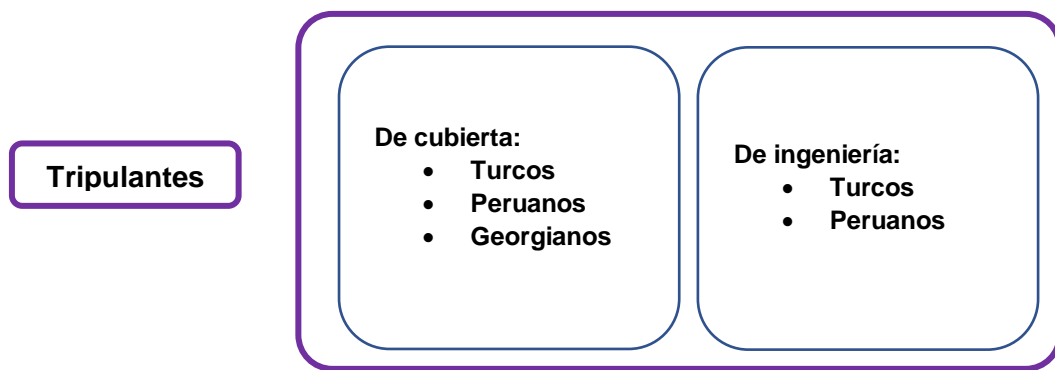
5.1.6 Liderazgo coercitivo

El líder da órdenes claras precisas y espera el cumplimiento inmediato de esas órdenes por parte de su equipo. Este tipo de liderazgo suele usarse en situaciones de emergencia en donde el líder es la persona más experimentada y sabe cómo actuar ante esa situación.

5.2 Nacionalidades a bordo

Al haber prestado servicio en una compañía extranjera fue común encontrar una gran variedad de nacionalidades a bordo, siendo más común encontrar tripulación proveniente de países europeos, podemos mencionar las nacionalidades encontradas a bordo de la siguiente manera:





*Gráfica 7 Nacionalidades a bordo.
Elaboración propia, fuente propia.*

La gráfica N°7 muestra las diferentes nacionalidades que se pueden encontrar a bordo, en orden descendente según la cantidad de tripulación, como se aprecia, en todos los rangos, los turcos son la mayoría a bordo, especialmente en lo que concierne a tripulantes; ellos suelen constituir aproximadamente un 40% de la tripulación, seguido por los peruanos que son la segunda mayoría encontrada a bordo y suelen constituir un 25% a 30% de la tripulación, estas dos nacionalidades suelen ser las únicas que conforman a los tripulantes, mientras que entre los oficiales las nacionalidades suelen ser más variadas.

En el último año la compañía empezó a trabajar más con nuevas nacionalidades como por ejemplo: georgianos, para el rango de tripulantes, y con croatas para los rangos de oficiales.

5.2.1 El idioma de la tripulación

Con tantas nacionalidades a bordo, es común que haya un idioma con el que todos puedan comunicarse, el idioma de trabajo del buque, este es el idioma inglés; es necesario que toda la tripulación demuestre tener un buen conocimiento de este idioma, y la compañía exige a cada miembro de la tripulación que apruebe un examen de inglés, *Marlins Test*, el cual certifica el nivel de inglés que tienen. Sin embargo, a pesar de que la compañía toma esta medida para asegurar un buen nivel de comunicación entre la tripulación, en mi experiencia encontré algunos miembros, especialmente tripulantes, que contaban con un nivel de inglés muy básico, lo que hacía difícil la comunicación con ellos, sin embargo con

ayuda de otro miembro, de su misma nacionalidad, lográbamos comunicarnos e intercambiar información.

En lo personal el nivel de inglés que tengo me fue útil y suficiente para mantener una buena comunicación con otros integrantes del equipo, de manera fluida y eficaz; me ayudó a incrementar mis conocimientos de los equipos y maquinarias a bordo, pues todos los manuales y libros están impresos en este idioma, además me ayudó a mantener comunicación con personas ajenas al buque, en países en donde se habla otros idiomas, por lo que en mi experiencia personal puedo decir que el idioma inglés es fundamental para esta carrera.

5.3 Tiempo libre a bordo

Durante el tiempo de descanso a bordo buscamos alguna forma de distraernos y de olvidar el trabajo por un momento, el buque ofrece algunas opciones de entretenimiento para su tripulación según lo estipula el Convenio sobre el Trabajo Marítimo en su Título 3, Regulación 3.1, (Organización Internacional del Trabajo, 2006). En primer lugar se cuenta con un televisor y un reproductor de *DVD* para que los miembros de la tripulación puedan ver películas, además cuenta con una plataforma de juegos, para alentar la fraternidad entre la tripulación, ya que dos miembros o más juegan juntos en estas consolas; el buque cuenta además con un mini-gimnasio, trotadora, pesas y mancuernas para realizar actividad física, un pequeño sauna, y una segunda sala en la que también se pueden ver películas. Sin embargo, todos los miembros de la tripulación siempre llevan consigo su propia laptop, en la cual tienen videos, series de televisión, música y otros medios con los que pueden distraerse durante los momentos de ocio, podría decirse que este artículo es indispensable para cada miembro, pues sin él los medios de entrenamiento que ofrece el buque son pocos. Si los miembros de la tripulación quieren sacar mejor provecho de su tiempo libre el buque dispone de una computadora en la cual se pueden tomar distintos

cursos sobre seguridad, trabajos a bordo y otros temas relacionados al ámbito marítimo, estos son el Entrenamiento Basado en Computadora (C.B.T., Computer Based Training).

En lo personal durante mi tiempo de descanso, prefería leer los manuales de los equipos y sacar información importante de ellos, estudiar los sistemas en la sala de máquinas y aprender la ubicación de los componentes importantes, o sencillamente leer un libro, escuchar música, entrenar, conversar con otros miembros o hacer algún curso C.B.T.. Cada miembro escoge lo que le parece la mejor opción para disfrutar de su tiempo de descanso.

5.4 Interrelación entre la tripulación

La interrelación entre todos los miembros de la tripulación es cordial, pacífica y cooperativa, sin embargo en algunos casos se dan ciertas discrepancias, las cuales llegan a solucionarse. En las labores se suelen manifestar los problemas a bordo, especialmente entre los tripulantes, pues uno de ellos quiere que el trabajo se realice según su criterio, sin embargo a los otros no les parece la mejor manera y ahí sucede la discrepancia. La diferencia cultural y de nacionalidades no es causante en la manifestación de los problemas a bordo, cada miembro de la tripulación entiende la inter-culturización y creencias de los otros, tratando de respetarla.

Es normal, por lo que he experimentado que durante las horas de ocio se formen grupos específicos entre la tripulación, estos son formados por los miembros de la misma nacionalidad, mismo idioma, como por ejemplo los conformados por los miembros turcos y los peruanos los cuales son la mayoría, pues a todos les resulta tener una mejor confianza y comunicación con los miembros de su misma nacionalidad.

5.4.1 Interrelación entre oficiales y tripulantes

Debido la diferencia de rangos hay un nivel de responsabilidad por parte de los tripulantes hacia los oficiales, quienes ejercen la autoridad. Dependiendo del nivel de comunicación que haya entre el tripulante y el oficial, el tripulante se siente con la confianza de opinar y

discutir con el oficial respecto a la mejor manera de realizar el trabajo, o simplemente obedecerá lo que el oficial le ordene hacer. Esta confianza es muy importante, pues tanto el oficial como el tripulante han tenido diferentes experiencias y pueden aplicarlas de manera que el trabajo se realiza de la mejor manera. La interrelación entre estos miembros depende mucho de la cultura de ellos, pues por ejemplo, según lo experimentado, entre los turcos suele haber una diferencia de poder muy grande, esto quiere decir que, por ejemplo, los tripulantes turcos sólo obedecen a los oficiales sin siquiera poder opinar, esto se da especialmente entre la relación del capitán con el tripulante. El caso contrario sucede con otras nacionalidades: alemanes, ucranianos, peruanos, en donde todos los miembros, sea cual sea el rango que tengan pueden opinar y discrepar cuando algo no les parece correcto o la mejor opción. Un punto a resaltar se da en el departamento de ingeniería, pues aquí sólo se cuenta con un tripulante, el mecánico, y por lo que he experimentado el trato entre oficial y tripulante aquí es mejor que en cubierta, al mecánico se le da más libertad para realizar las tareas de la forma que le parece mejor, de opinar en las tareas a realizar; algo que no suele suceder en cubierta.

5.4.2 Interrelación entre oficiales de cubierta e ingenieros

La interrelación entre estos miembros es diferente a la anterior, pues al ser todos oficiales y encontrarse en rangos iguales hay mejor comunicación entre ellos. La relación es bastante amistosa y cooperativa la mayor parte del tiempo, brindándose apoyo mutuo para realizar los trabajos en ambos departamentos, sin embargo de vez en cuando suceden ciertas discrepancias, especialmente por parte de los ingenieros que critican que los oficiales de cubierta tienen poco conocimiento sobre la operación de los equipos y maquinarias, por ejemplo la máquina principal, power packs, y otros; poniendo en riesgo la operatividad y pudiendo causar daños graves en estos equipos, sin embargo, estas discrepancias se resuelven al informar al oficial de cubierta de los cuidados que debe de tener al operar los equipos.

CONCLUSIONES

Mi periodo de prácticas a bordo de estos buques fue fundamental para consolidar los conocimientos adquiridos durante mi etapa en la universidad y obtener las competencias necesarias para, en un futuro, desempeñarme como oficial de marina mercante según lo estipulado por el convenio S.T.C.W. Conté con el apoyo de los diferentes miembros de la tripulación, que me ayudaron a familiarizarme con las tareas a bordo, políticas de la compañía, y especialmente de los ingenieros que me ayudaron a familiarizarme con mis futuras responsabilidades como oficial de máquinas.

Todos los trabajos y actividades relatados en capítulos anteriores ayudaron en mi formación y ampliaron mi conocimiento técnico y de seguridad, estos trabajos también fueron realizados según lo que estipulaba mi Training Record Book, el cual fue una guía para desarrollar las competencias necesarias. Es fundamental que todo alumno náutico realice las respectivas prácticas a bordo, de tal forma que adquiere los conocimientos básicos sobre seguridad, protección del medio ambiente y operaciones que le permitan ejercer su carrera profesional de forma óptima.

ANEXOS

ANEXO 1: U.M.S CHECKLIST

ANEXO 2: NOTACIONES DE CLASE DNV GL

ANEXO 3: CLASE HIELO

ANEXO 1

U.M.S. CHECKLIST

El siguiente checklist fue obtenido del manual de gestión de seguridad de la compañía, (Harren & Partner, 2015), el cual se verifica antes de pasar al modo U.M.S:

S. NO.	ITEM	YES	NO	N/A
1	Main engine on bridge control	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	M/E ST-BY Pumps on auto mode	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	M/E Parameters normal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	M/E L.O. sump, T/C & Governor oil level normal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	M/E lub oil autoclean filter backflushed	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	Stern tube GR.TK & FWD seal oil TK level normal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	Main Gearbox oil level normal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	One main air compr on auto mode & sump oil level normal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	Both air bottles & EM air bottle pressed, condensate drained	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	HFO sett / serv TKS drained of water & level normal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11	HFO transfer pump on auto mode filling sett TK	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12	ST-BY aux engine on auto mode	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13	No. of A/E running & running A/E parameters normal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14	A/E prelub P/PS on auto mode	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15	Steering gear checked. Oil level normal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16	Steering room & purifier room doors closed	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17	Purifiers gearcase oil level normal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18	FWG salinometer alarm "On"	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19	Oil fired heater on auto/off	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20	ST-BY Thermal oil circulating P/P on auto mode	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
21	Thermal oil expansion TK level normal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
22	Thermal oil pressure normal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
23	Thermal oil temperature normal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
24	Composite boiler on auto/off	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
25	Boiler feed P/P on auto mode	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
26	Boiler gauge glass blown through & water level checked	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
27	Steam pressure normal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
28	Hotwell F.W. make-up P/P on auto mode	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
29	A/C & Refrig compr oil level & other parameters normal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
30	Framo HYD system pilot pump running	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
31	Deck air compr "Off"	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
32	Fire pumps set to fire line & ready to start	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
33	Foam pump set to line & ready to start	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
34	None of the E/R Fire alarm loops isolated	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
35	All bilge wells dry	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
36	Bilge alarm tested (Anyone & different everyday)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
37	UMS cabin extension alarm tested	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
38	No. of alarms on screen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
39	All E/R doors & skylight closed	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
40	Emerg escape well lit & clear	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
41	No loose items in E/R. All secured in workshop & stores	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
42	All garbage drums secured & covered	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
43	Emerg gen checked & on auto start mode	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
44	Oxygen & acetylene bottle V/V/S shut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
45	Accom Fan room inspected & door shut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
46	No other abnormality, leakages etc.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
47	Deadman alarm tested for satisfactory operation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
48	Bridge officer informed that E/R being unmanned	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

ANEXO 2


NOTACIÓN DE CLASE DNV GL

Los buques han sido construidos según las directrices de la sociedad clasificadora *DET NORSKE VERITAS GERMANISCHER LLOYD*, con la notación de clase:

**✱1A1 Tanquero para químicos y productos de petróleo E0 ESP ETC Ice(1A)
NAUT(OC) TMON VCS(2)**

Esta notación da información sobre las cualidades y condiciones del buque que han sido aprobadas por la sociedad clasificadora, estas indican lo siguiente:

Tabla 5 Notaciones de clase y su significado.

	Notación	Significado
Símbolo de construcción		Buque construido bajo la supervisión de la sociedad clasificadora.
Notación de clase principal	1A1	El casco, maquinaria, sistemas y equipos del buque cumplen con los reglamentos de la clase.
Notación del tipo de barco	Tanquero para químicos y productos de petróleo	Para transporte de químicos listados en el Código I.B.C. capítulo 17 y 18. Para transporte de todo producto de petróleo menos petróleo crudo.
Notación sobre propulsión, energía y sistemas auxiliares	E0	El buque puede trabajar con máquina desatendida (U.M.S.).
Notación sobre plan de inspección	ESP	El buque está sujeto a un programa mejorado de inspección.
Notación sobre operaciones de carga	ETC	Limpieza de tanque efectiva.
Notación sobre clima frío	Ice(1A)	El buque está destinado para la navegación en aguas infestadas de hielo, construido según las reglas Finés – Suecas (IA), espesor del hielo: 0.8 m.
Notación sobre navegación y maniobra	NAUT(OC)	Requerimientos entre el diseño de puente, instrumentación y la estación de trabajo en este.

		Requerimientos mejorados para buques operando en todo el mundo.
Notación sobre plan de inspección	TMON	El monitoreo del eje de cola permite al operador observar y evaluar constantemente la condición del eje, el cual puede extender el intervalo entre la inspección del eje/remoción del eje.
Notación sobre operaciones de carga	VCS(2)	Cuenta con sistema para control de emisiones de vapor de los tanques de carga en cumplimiento con IMO MSC/Circ. 585.

Elaboración propia, fuente: Reglas DNV GL, (Det Norske Veritas Germanischer Lloyd, 2015).

ANEXO 3

CLASE HIELO

El Código Polar, (Organización Marítima Internacional, 2014), define 3 categorías: A, B y C dependiendo de las limitaciones operacionales que tengan los buques, estas categorías se subdividen en diferentes clases como se especifica en la siguiente tabla:

Tabla 6 Categorías y clases hielo.

	Categoría	Ice class	Capacidad de operación.
A	Barcos diseñados para operar en aguas polares en hielo de al menos mediano grosor de un año de edad. Esta corresponde a buques construidos con las clases PC1 a PC5 del I.A.C.S.	PC1	Todo el año operando en aguas polares.
		PC2	Todo el año operando en hielo de cualquier edad.
		PC3	Todo el año operando en hielo de dos años de edad, puede contener inclusiones de hielo de mayor edad.
		PC4	Todo el año operando en hielo grueso de un año de edad, puede incluir hielo de mayor edad.
		PC5	Todo el año operando en hielo de medio grosor de un año de edad.
B	Barcos no incluidos en la clase A para navegación en aguas polares en al menos hielo delgado de un año de edad.	PC6	Verano/otoño operando en hielo de medio grosor de un año de edad.
		PC7	Verano/otoño operando en hielo delgado de un año de edad.
C	Barcos diseñados para navegar en condiciones de hielo menos severas que los incluidos en categorías A y B. Esta corresponden a buques de cualquier clase hielo báltica.	Ice(1A)*	Hielo de un año de edad de hasta 1.00 m de espesor.
		Ice(1A)	Hielo de un año de edad de hasta 0.80 m de espesor.
		Ice(1B)	Hielo de un año de edad de hasta 0.60 m de espesor.
		Ice(1C)	Hielo de un año de edad de hasta 0.40 m de espesor.
		Ice(C)	Condiciones de hielo ligero.
		Ninguno	Aguas libres de hielo.

Elaboración propia, Fuente: Polar Ship Categories (Det Norske Veritas Germanischer Lloyd, 2014).

Cada sociedad clasificadora tiene su propia notación de clase para los buques diseñados para navegación en hielo o áreas polares, una equivalencia entre las distintas notaciones se muestra en la figura N°72. Los buques en los que navegué cuentan con notación de clase Ice(1A) de la clasificadora DNV-GL la cual es equivalente a la notación IA de las reglas Finés-Suecas para buques que navegan en el mar báltico como se puede apreciar en la tabla N°6 junto con las limitaciones operacionales de estas notaciones. Además, podría decirse que la clase IA Super y IA son aproximadamente equivalentes a las clases PC6 y PC7, respectivamente, del I.A.C.S., y esta equivalencia se puede otorgar siempre que el buque cumpla con las condiciones que detalla en el reglamento de I.A.C.S.

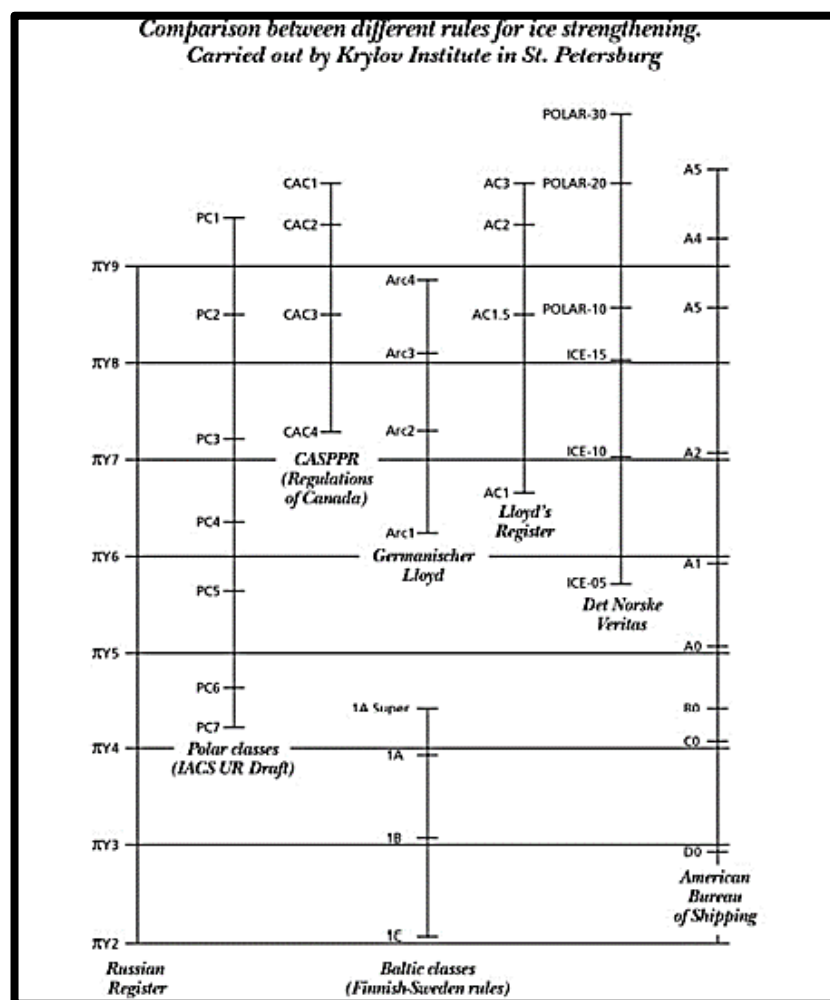


Figura 72 Equivalencia de notaciones de clase hielo.
Fuente: Ice class in brief (Nyseth & Bertelsen, 2014).

Tabla 7 Equivalencia con reglas Finés-Suecas.

DNV - GL	Reglas Finés-Suecas	Capacidad de operación
Ice(1A)*	IA Super	Normalmente capaz de navegar en condiciones difíciles de hielo sin asistencia de rompehielos.
Ice(1A)	IA	Capaz de navegar en condiciones difíciles de hielo con asistencia de rompehielos cuando sea necesario.
Ice(1B)	IB	Capaz de navegar en condiciones moderadas de hielo con asistencia de rompehielos cuando sea necesario.
Ice(1C)	IC	Capaz de navegar en condiciones ligeras de hielo con asistencia de rompehielos cuando sea necesario.

Elaboración propia, fuente: Ice class in brief (Nyseth & Bertelsen, 2014).

GLOSARIO

Aguas Grises; aguas producidas en la acomodación por el uso de lavaderos, bañeras, entre otros.

Aguas Residuales; aguas producidas por el uso del retrete, contienen material orgánico y deben ser tratadas antes de ser descargadas al mar.

Armador; es la persona jurídica que se encarga de equipar un buque de su propiedad, o bajo su posesión, además de dotarlo de tripulación, abastecerlo y mantenerlo en condiciones para la navegación con el fin de asumir su gestión náutica y operación.

Arqueo Bruto; el volumen conformado por todos los espacios cerrados del buque.

Arqueo Neto; el volumen designado para la carga.

Arctic diesel; este término refiere a un combustible diesel mejorado mediante aditivos para evitar su congelamiento en climas helados, tiene varias clases según las temperaturas a las que debe trabajar y es usado a bordo para el motor del bote salvavidas y para el generador de emergencia.

Black Out; situación en la que el buque pierde el suministro de energía eléctrica.

Box Cooler; es un intercambiador de calor fijado en el casco del buque.

Bow Thruster; es un dispositivo de empuje transversal, se encuentra incorporado en el casco, en la proa o popa (stern thruster) para mejorar la maniobrabilidad del buque.

Bunkering; abastecimiento de combustible, es la operación llevada a cabo por el departamento de ingeniería en el cual se llenan los tanques de almacenamiento de combustible, ya sea de H.F.O. o diesel, con la cantidad suministrada por el operador.

Calado; profundidad de la parte sumergida del casco.

Circuit Breaker; dispositivo eléctrico ubicado en el switchboard, usado para conectar o desconectar equipos.

Cool Down; periodo en el que una máquina de combustión interna se encuentra funcionando en vacío, durante este periodo el motor se enfría antes de parar.

C.P.P.; Controllable Pitch Propeller (Propela de Paso Variable), las aspas de la hélice pueden girar sobre un eje con el objetivo de incrementar o reducir el paso y así la velocidad de la embarcación, además tiene una posición en la que no produce ningún empuje en la nave.

Damage Report; reporte de daños, es un formato de la compañía mediante el cual se informa a la oficina de algún daño ocurrido en algún equipo importante, además de qué ocasionó el daño, y las medidas de precaución a tomar.

Deck Trunck; compartimiento longitudinal que recorre toda la cubierta principal, en él se encuentran todas las tuberías que transportan la carga, pues si estuvieran expuestas en cubierta la carga se congelaría y obstruiría las tuberías.

Doble Casco; es la designación que se da a los buques que poseen una barrera de separación adicional en las secciones de los tanques de carga, quedando la carga más segregada del agua de mar, por lo que una perforación de la superficie exterior del doble casco no supondría un derrame de la carga. Hoy en día todos los buques para el transporte de líquidos contaminantes a granel son construidos con esta característica.

End Of Sea Passage; E.O.S.P., Fin de la travesía, momento en el que termina la navegación en alta mar y se ingresa a aguas restringidas.

Eslora; dimensión longitudinal del buque, paralelo a la línea de crujía.

Finished With Engine; F.W.E., Acabado con el motor, una vez concluida la maniobra, el puente de mando transfiere el control de la máquina principal a sala de máquinas, se para la máquina y se prepara para stand by.

FRAMO; *FRANK MOHN*, compañía noruega que diseña y fabrica bombas sumergidas para la descarga de los tanques en los que se almacena el producto, así como su sistema; son más conocidas como bombas *FRAMO*.

Fletamento por Tiempo; es un tipo de contrato de arrendamiento, en el cual el armador pone a disposición del fletador un buque para su explotación comercial por un periodo de tiempo, el fletador se hace cargo de conseguir la carga para el buque y asume los gastos

relacionados a la navegación (combustible, estadía en puerto, tránsito por canales y manejo de la carga).

Generador de Cola; Shaft Generator, alternador que es accionado por la máquina principal.

H.F.O.; Heavy Fuel Oil (Combustible Pesado), es un combustible poco refinado o una mezcla con combustible refinado, como el diesel, para obtener diferentes viscosidades.

H.T.; High Temperature, (Alta Temperatura), con esta abreviación se hace referencia al sistema de agua de enfriamiento de alta temperatura usado en la máquina principal.

I.A.C.S.; International Association of Classification Societies, es una organización no gubernamental conformada actualmente por 12 miembros (sociedades clasificadoras), la cual trabaja en colaboración con la O.M.I. en la interpretación de las reglamentos establecidos por O.M.I., así como su implementación en los buques clasificados por sus miembros.

I.C.C.P.; Impressed Current Cathodic Protection, sistema que continuamente monitorea y suministra una corriente al casco del buque para compensar el potencial en él, de tal forma que reduce el nivel de corrosión causado por el agua de mar.

Indicator Cock; válvula ubicada en la culata de la máquina principal y grupos electrógenos, al ser abierta conecta la cámara de combustión con la atmosfera en sala de máquinas.

Intercambiador de calor; es un dispositivo que transfiere el calor de un fluido a otro, según el propósito de uso pueden ser: calentadores, enfriadores, evaporadores o condensadores.

L.T.; Low Temperature, (Baja Temperatura), referido al sistema de agua de enfriamiento de baja temperatura, usado para enfriar varios equipos a bordo del buque.

Manga; anchura del barco, suele medirse en la cuaderna maestra, pues es la sección más ancha del barco.

Mantenimiento Correctivo; con este se corrigen los defectos de una máquina que dejó de funcionar, este se aplica una vez que la falla ocurrió.

Mantenimiento Preventivo; con este se realizan trabajos de mantenimiento programado, de tal forma que el equipo mantenga su operatividad.

MARPOL; Convenio MARPOL, es un convenio internacional elaborado por la Organización Marítima Internacional para prevenir la contaminación del mar por parte de los buques.

M.L.C.; Maritime Labour Convention (Convenio sobre el Trabajo Marítimo) es un tratado internacional el cual establece los derechos de los marinos a condiciones de trabajo decentes.

Muster Station; Área en el que la tripulación se reúne en caso de emergencia, cada miembro tiene un lugar designado en este área.

One Hour Notice; Una Hora de Aviso, se da una hora antes de comenzar con la maniobra, ya sea de arribo, zarpe o fondeo.

Overhaul; Revisión, una examinación rigurosa de una maquinaria o sistema en la cual se repara o hace cambio de componentes según se encuentre necesario.

Práctico; Es una persona que asesora al capitán durante la navegación en puerto, canales o aguas restringidas; para lo cual esta persona se ha especializado en las características (profundidades, corrientes, viento, muelles) del puerto en el que trabaja.

Peso Muerto; es el peso, en toneladas, del buque cuando se encuentra cargado hasta el máximo calado admisible, incluye el peso de combustible, agua dulce, tripulación, equipamiento.

P.M.S.; Planned Maintenance System (Sistema de Mantenimiento Planeado), es un software que ayuda a organizar y planear los trabajos de mantenimiento según las horas de funcionamiento de los equipos, además de realizar reporte de daños, inventario y requisita de repuestos. El software usado a bordo se llama *Sertica*.

Power Pack; es una bomba que forma parte del sistema *FRAMO*, esta produce una alta presión hidráulica para poder accionar las bombas de descarga, así como también el bow thruster.

Pozo de Sentina; compartimientos ubicados en la parte más baja de la última plataforma, a la que fluyen todas las fugas de las máquinas.

Presión Diferencial; la diferencia de presión entre dos puntos, es usado en filtros, para indicar que el filtro se encuentra obstruido, mide la caída de presión entre la entrada y salida del filtro.

P.T.I.; Power Take In, refiere a la configuración de la máquina propulsora con la cual se puede usar el generador de cola como motor para accionar la propela, esto puede ser usado en situación de emergencia cuando es imposible usar la máquina principal para accionar la propela.

P.T.O.; Power Take Off, refiere a la configuración de la planta propulsora con la que se puede accionar el generador de cola mediante la máquina principal para generar energía eléctrica.

Puntal; altura del barco, medida desde la base de la quilla hasta la línea de cubierta principal.

Running Hours; Horas de funcionamiento, las horas que una máquina o equipo ha estado trabajando en forma manual o automática.

SeaManager; es un programa desarrollado por *Seapay*, una compañía danesa creada para el manejo y control de boletas de pago abordo, con el cual se puede hacer un control de la tripulación a bordo, así como los relevos, las horas de descanso y boletas de pago.

Separador de Aguas Oleosas; con este equipo se separa el agua de los residuos oleosos para ser descargados con una concentración máxima de 15 ppm.

S.O.L.A.S.; Safety Of Life At Sea Convention (Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar), es uno de los tratados internacionales más importantes, dicta los estándares mínimos para la construcción, equipamiento y operación de buques, de tal forma que sean seguros.

Sondear; realizar la medición de la profundidad del líquido en un tanque para calcular su cantidad, puede ser hecho de forma manual, con una cinta de sondeo, o mediante sensores.

Start Of Sea Passage; S.O.S.P., Inicio de la travesía en altamar.

S.T.C.W.; Standards for Training, Certification and Watchkeeping Convention (Convenio Internacional sobre Normas de Formación, Titulación y Guardia para la gente de mar), es un tratado internacional el cual establece las directrices para la formación de los marinos así como de las guardias realizadas a bordo.

Tanque de Carga; son los tanques dispuestos para el almacenamiento de la carga, pueden tener un sistema de calentamiento de carga, bombas sumergidas para la descarga, entre otras características.

Tanque de Decantación; en este tanque todas las impurezas y agua en el combustible pesado se sedimentan en el fondo del tanque, lo que posteriormente es drenado a diario.

Tanque de Lastre; son los tanques designados para almacenar agua de lastre según sea necesario para cumplir con los requerimientos de estabilidad y calado, suelen encontrarse en el doble fondo del casco.

Tanque de Lodos; tanque en el cual se almacenan todos los residuos de la sala de máquinas, ya sean oleosos, químicos o agua contaminada.

Tanque de Sentinas; tanque al cual se transfieren todos los líquidos que llegan al pozo de sentinas.

Tanque de Servicio; en él se encuentra el combustible ya purificado y puede ser llenado sólo a partir de las descargas de los purificadores. La máquina principal, los grupos electrógenos y las calderas se suministran desde este tanque.

Tanque Slop; es el tanque designado para contener los residuos de la operación de lavado y drene de tanques de carga.

Trasegar; trasiego de combustible, transferir el combustible de un tanque a otro, normalmente de los de almacenamiento a los de sedimentación, para su purificación y consumo.

T.B.N.; Total Base Number (Número Base Total), capacidad del aceite para neutralizar los ácidos formados durante la combustión, se expresa en unidades mgKOH/g, la disminución de este valor indica la degradación del aceite, (Setral, s.f.).

U.L.S.H.F.O.; Ultra-Low Sulphur Heavy Fuel Oil, es un combustible pesado con un porcentaje de azufre máximo de 0.10 % en masa, usar este tipo de combustible es una regla para todo buque que navega por un área especial de control de emisiones, (S.E.C.A.).

U.M.S.; Unattended Machinery Space (Espacio de máquina no atendida), cuando la sala de máquinas queda desatendida, por lo que las máquinas y equipos trabajan de forma automática, para activar este modo se debe cumplir con un checklist.

BIBLIOGRAFÍA

- Det Norske Veritas Germanischer Lloyd. (13 de Noviembre de 2014). Obtenido de Preparing for Low Sulphur Operations: <https://www.dnvgl.com/news/dnv-gl-preparing-for-low-sulphur-operation-6150>
- Det Norske Veritas Germanischer Lloyd. (2014). *Polar Ship Categories*. Obtenido de <https://brandcentral.dnvgl.com/download/DownloadGateway.dll?h=BE1B38BB718539CC0AB58A5FF2EA7A838F94C7DB975FD3D5A80EA2E81BE8F85DFB67F0BBCDCFB6D9FCCDA4A8F3BC7F68>
- Det Norske Veritas Germanischer Lloyd. (Octubre de 2015). *Reglas DNV GL*. Obtenido de <https://rules.dnvgl.com/docs/pdf/DNVGL/RU-SHIP/2015-10/DNVGL-RU-SHIP-Pt1Ch2.pdf>
- Goleman, D., Boyatzis, R. E., & Mckee, A. (2003). *El líder resonante crea más*. DEBOLSILLO.
- Harren & Partner. (2015). Shipboard Main Manual.
- Harren & Partner. (2017). *Company Profile*. Obtenido de <http://www.harren-partner.de/about-us/company-profile.html>
- Harren & Partner. (2017). *Harren & Partner*. Recuperado el 10 de Junio de 2017, de Fleet: <http://www.harren-partner.de/about-us/fleet.html>
- MAN Diesel SE. (2007). *OPERATING INSTRUCTIONS*. Augsburg.
- MAN Diesel SE. (2007). *WORKING INSTRUCTIONS*. Augsburg.
- NIPPON KAIJI KYOKAI. (2 de Agosto de 2016). *ClassNK technical information*. Obtenido de https://www.classnk.or.jp/hp/pdf/tech_info/tech_img/T1080e.pdf
- Nyseth, H., & Bertelsen, K. (2014). Ice Class in brief.
- Organización Internacional del Trabajo. (2006). *Convenio Sobre el Trabajo Marítimo*.
- Organización Marítima Internacional. (1974). *Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida humana en el Mar*.
- Organización Marítima Internacional. (1978). *Convenio para prevenir la contaminación por buques*.

Organización Marítima Internacional. (2010). *Convenio Internacional sobre Normas de Formación, Titulación y Guardias para la gente de Mar*.

Organización Marítima Internacional. (2014). *Código Internacional para Buques Operando en Aguas Polares*.

Pérez Porto, J., & Gardey, A. (2008). *Definición.de*. Obtenido de <https://definicion.de/liderazgo/>

Setral. (s.f.). *Setral, Competence in lubricants*. Obtenido de <http://www.setral.net/es/schmierstoff-abc.html>